IRINA-DRAGA CĂRUNTU

HISTOLOGIA SISTEMULUI STOMATOGNAT

EDITURA APOLLONIA
IAŞI - 2001

Scanned with OKEN Scanner

IRINA-DRAGA CĂRUNTU

HISTOLOGIA SISTEMULUI STOMATOGNAT

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Referenţi ştiinţifici:
Prof. Dr. Doc. Gioconda Dobrescu, U.M.F. "Gr. T. Popa" Iaşi
Prof. Dr. Maria Niţă, U.M.F. "Gr. T. Popa" Iaşi
Prof. Dr. Coriolan Cotuţiu, U.M.F. "Gr. T. Popa" Iaşi
Prof. Dr. Vasile Burlui, U.M.F. "Gr. T. Popa" Iaşi

Tehnoredactare computerizată:
Irina-Draga Căruntu, Smaranda Acatrinei, Lăcrămioara Baciu
Coperta:
Pulpă dentară

ISBN 973-9333-52-4

CUPRINS

CUPRINS 5

ABREVIERI 6

PREFAȚĂ 7

CAPITOLUL 1 9

APARATUL DENTAR ŞI CAVITATEA ORALĂ

– ELEMENTE GENERALE DE HISTOARHITECTONIE

CAPITOLUL 2 17

SMALȚUL

CAPITOLUL 3 49

DENTINA

CAPITOLUL 4 77

PULPA DENTARĂ

CAPITOLUL 5 107

PARODONȚIUL

– CEMENTUL, LIGAMENTULPARODONTAL,

PROCESELE ALVEOLARE, GINGIA

CAPITOLUL 6 159

MUCOASA ORALĂ

CAPITOLUL 7 201

GLANDELE SALIVARE

CAPITOLUL 8 233

ARTICULAȚIA TEMPOROMANDIBULARĂ

BIBLIOGRAFIE 253

Scanned with OKEN Scanner

LISTA ABREVIERILOR

ADN	– acid dezoxiribonucleic
AMP	– adenozinmonofosfat
ARN	– acid ribonucleic
ATP	– adenozintrifosfat
BMP	– *bone morphogenic protein* / proteină morfogenică osoasă
C3	– proteină a sistemului complement
CAM (ICAM, VCAM)	– *cell adhesion molecule* / moleculă de adeziune celulară
CD	– *cluster of differentiation* / clase de diferenţiere leucocitară
ECF	– *eosinophil chemotactic factor* / factor chemotactic pentru eozinofile
EGF	– *epidermal growth factor* / factor de creştere epidermic
Fc	– fragmentul cristalizat al imunoglobulinei
FGF	– *fibroblast growth factor* / factor de creştere fibroblastic
HA	– hidroxiapatită
HE	– hematoxilină-eozină
Ig	– imunoglobulină
IGF	– *insulin growth factor* / factor de creştere insulinic
IHC	– imunohistochimie
IL	– interleukină
LRAP	– *lysine-rich amelogenin polypeptide* / polipeptid amelogenic bogat în lizină
MALT	– *mucosal associated lymphoid tissue* / ţesut limfoid ataşat mucoaselor
ME	– microscopie electronică
MO	– microscopie optică
NCF	– *neutrophil chemotactic factor* / factor chemotactic pentru neutrofile
NGF	– *nervous growth factor* / factor de creştere nervos
PAS	– periodic acid Schiff
PDGF	– *platelet-derived growth factor* / factor de creştere derivat plachetar
REN	– reticul endoplasmic neted
RER	– reticul endoplasmic rugos
SNC	– sistem nervos central
TCR	– *T-cell receptor* / receptor pentru antigene al limfocitului T
TGF	– *transforming growth factor* / factor de creştere transformant
TNF	– *tumoral necrosis factor* / factor de necroză tumorală
TRAP	– *tyrosine-rich amelogenin polypeptide* / polipeptid amelogenic bogat în tirozină
VIP	– *vasoactive intestinal peptide* / peptid intestinal vasoactiv

Scanned with OKEN Scanner

Lumina memoriei - părinților mei

PREFAȚĂ

Este deja binecunoscut faptul că, în modul de abordare a histologiei speciale, școlile cu tradiție în învățământul universitar de stomatologie au conferit o identitate proprie, sub denumirea generică de Histologie Orală, studiului caracteristicilor structurale și ultrastructurale ale entităților orofaciale. Totodată, în practica de clinică stomatologică se impune, pe o scară din ce în ce mai largă, utilizarea conceptului de sistem stomatognat, definit drept un complex unitar și integrat, alcătuit dintr-un ansamblu de componente între care operează legături morfofuncționale.

Astfel, perspectiva modernă și integrativă oferită de acest concept permite o reconsiderare, în spiritul unității sistemice, a reperelor clasice din Histologia Orală. O atare manieră de tratare își propune să realizeze "Histologia Sistemului Stomatognat", prin individualizarea aspectelor histologice specifice fiecărui element în parte. Prezentul demers se dorește o implicare în preocupările existente în cadrul Facultății de Medicină Stomatologică – U.M.F. Iași, preocupări care, de-a lungul timpului, s-au concretizat prin numeroase publicații cu caracter didactic și științific.

În esența sa, acest demers ar putea fi privit ca un act de curaj, date fiind complexitatea domeniului abordat și avalanșa informațională aferentă. Asumându-și un astfel de risc, autoarea a încercat să sintetizeze un material care cumulează informații ample și de dată recentă, ca rezultat al unei vaste documentări; bibliografia consultată a inclus texte disponibile atât în manieră clasică (tratate, monografii, cursuri elaborate de autori de prestigiu din țară și străinătate), cât și în tehnologie www. De asemenea, la eficiența acestei întreprinderi, o contribuție deosebită aduce organizarea judicioasă a expunerii (structurată pe opt capitole cu subdiviziuni care facilitează accesul rapid la noțiunile fundamentale), la care se adaugă ilustrarea textului prin 46 scheme demonstrative și 64 fotografii ale preparatelor histologice din colecția personală.

Scanned with OKEN Scanner

Volumul de faţă vine în completarea lucrării anterior publicate – "Morfogeneza Sistemului Stomatognat". Prin coerenţa ansamblului celor două apariţii editoriale, s-a urmărit realizarea unei prezentări detaliate, dintr-o perspectivă morfologică, a originii, modului de dezvoltare şi particularităţilor constitutive pentru principalele structuri definitive, mature, din sistemul stomatognat (aparatul dentoparodontal, mucoasa cavităţii orale, glandele salivare, articulaţia temporomandibulară şi elementele musculare în relaţie directă cu mobilizarea osoasă).

Date fiind tematica, construcţia şi forma de prezentare, cartea se adresează, deopotrivă, studenţilor şi medicilor stomatologi interesaţi în a-şi consolida pregătirea teoretică. Este aşadar de aşteptat ca accesul la aceste elemente de morfologie şi posibilitatea aprofundării lor să se reflecte direct în calitatea actului medical.

În final, mulţumiri sunt aduse prof. dr. doc. Gioconda Dobrescu, prof. dr. Maria Niţă, prof. dr. Coriolan Cotuţiu, prof. dr. Vasile Burlui care, în calitate de referenţi ştiinţifici, au girat publicarea acestei lucrări.

Autoarea îşi exprimă gratitudinea faţă de colectivul Editurii Apollonia, pentru asistenţa acordată în tipărirea volumului de faţă.

Lungul drum al acestei cărţi, din etapa de simplă intenţie şi până la manuscrisul final, de la prima pagină tehnoredactată şi până la textul integral, bun de tipar, nu ar fi fost posibil fără o susţinere permanentă din partea familiei şi a celor mai dragi prieteni – Smaranda, Olga, Alina, Simona, Crina, Alexandru, Florin.

Irina-Draga Căruntu

Ianuarie 2001

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 1

APARATUL DENTAR ŞI CAVITATEA ORALĂ – ELEMENTE GENERALE DE HISTOARHITECTONIE

1. CONSIDERAŢII GENERALE 9
2. SMALŢUL 11
3. DENTINA 11
4. PULPA DENTARĂ 12
5. CEMENTUL 13
6. LIGAMENTUL PARODONTAL 14
7. PROCESELE ALVEOLARE 14
8. GINGIA 14
9. MUCOASA ORALĂ 15
10. GLANDELE SALIVARE 16
11. ARTICULAŢIA TEMPOROMANDIBULARĂ 16

1. CONSIDERAŢII GENERALE

În interiorul cavităţii orale, **dentiţia** este localizată la nivelul **arcadelor maxilare** şi **mandibulare**. Fiecare dinte adult este conţinut într-o cavitate osoasă numită **alveolă**. Structural, indiferent de aspectul morfologic extern, **dintele adult** prezintă: o regiune vizibilă la nivelul cavităţii orale – **coroana**, o regiune situată în alveolă – **rădăcina** şi o zonă mai îngustă, de care aderă gingia – **coletul**.

Coroana reprezintă suprafaţa de masticaţie sau muşcare, ocluzală sau incizală. Zona acoperită de smalţ în totalitate este considerată **coroana anatomică**, iar teritoriul vizibil în cavitatea orală este considerat **coroana clinică**.

Gingia tapetează o parte din coroana anatomică, astfel încât, în condiţii fiziologice, aceasta este mai mare decât coroana clinică; modificările gingivale recesive, datorate vârstei sau dezvoltate în condiţii patologice, determină expunerea rădăcinii la nivelul cavităţii orale, coroana clinică devenind mai mare decât coroana anatomică.

Rădăcina este înconjurată de **ligamentul parodontal** şi **osul alveolar**, conferind împreună sprijin dintelui.

Scanned with OKEN Scanner

Sub raport morfologic, **aparatul dentar** este constituit din **ţesuturi proprii** dintelui şi **ţesuturi de suport.**

Ţesuturile proprii dintelui sunt reprezentate de **smalţ, dentină** şi **pulpa dentară;** smalţul şi dentina sunt ţesuturi dure, primul de origine epitelială, al doilea fiind considerat un ţesut conjunctiv înalt specializat, cu celulele formative situate în pulpa dentară.

Ţesuturile de suport, responsabile de ancorarea dintelui în alveola dentară – componentă a maxilarelor – şi conferind sprijin dintelui includ **cementul, ligamentul parodontal** şi **osul alveolar. Ţesuturile de suport** sunt protejate prin modalitatea particulară de dispunere a **mucoasei gingivale;** ansamblul acestora constituie **parodonţiul.**

Zona centrală sau **miezul** unui dinte adult este reprezentat de **pulpa dentară,** atât la nivel **coronar** (camera pulpară), cât şi la nivel **radicular** (canalul radicular); vasele şi nervii dentari penetrează pulpa la nivelul **apexului radicular.** Suprajacent pulpei dentare există **dentina coronară** şi, respectiv, **dentina radiculară. Dentina coronară** este acoperită de **smalţ;** stratul de smalţ are o grosime variabilă, în funcţie de localizare, dar se subţiază progresiv spre colet. **Dentina radiculară** este tapetată de **cement,** la care se inseră **ligamentul parodontal,** stabilind legătura cu **osul alveolar.** Smalţul şi cementul se întâlnesc la nivelul coletului, constituind **joncţiunea amelocementară** (fig. 1.1.).

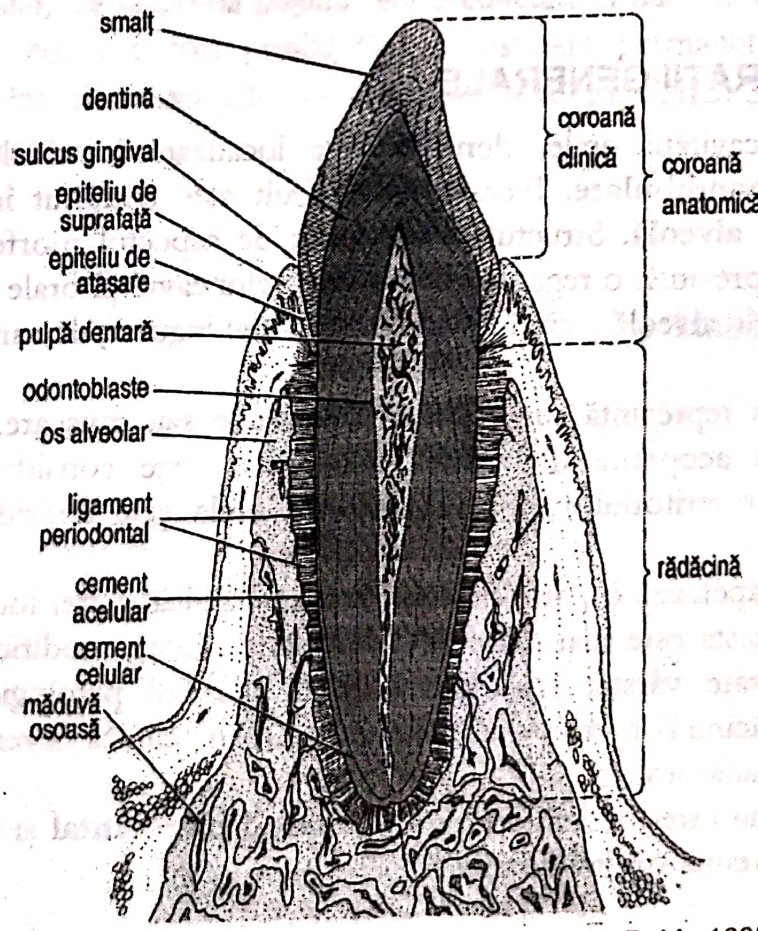


Fig.1.1. Dinte adult – histoarhitectonie – adaptare după (Ross, Reith, 1985).

Scanned with OKEN Scanner

2. SMALȚUL

Smalţul, cel mai dur ţesut din organism, translucid şi nevital, tapetează dintele la exterior, la nivelul coroanei.

Duritatea extraordinară se datorează **gradului** extrem de **înalt de mineralizare**. Smalţul este format dintr-o **componentă anorganică** care reprezintă 96-98% (**cristale de HA calcică**), numai 2-4% fiind **componentă organică** (proteine specifice smalţului) şi **apă**.

Smalţul se formează în cursul dezvoltării dintelui dintr-o structură denumită **organul smalţului**, celulele implicate direct în sinteză fiind numite **ameloblaste**. Aceste celule mor după încheierea procesului de elaborare a smalţului, înainte de erupţia dintelui. De aceea smalţul este o substanţă cu caracter definitiv; în timpul vieţii, în condiţii de lezare, nu se poate produce smalţ de novo.

Ameloblastele elaborează **unitatea morfofuncţională** a smalţului – structuri tip **prismă**, care se dispun unele peste altele, din interior spre exterior. Se formează mii de **prisme hexagonale**, uşor sinuoase, cu dispoziţie radiară şi perpendiculare pe suprafaţa dintelui. Lungimea lor este variabilă şi corespunde cu grosimea însăşi a stratului de smalţ. Fiecare prismă are un diametru de 3-6 μm. Secţiunea lor transversală este destul de des poligonală sau ovalară; majoritatea au aspectul unor arcade suprapuse. În interiorul unei prisme şi adiacent acesteia (în spaţiul interprismatic), cristalele de HA sunt orientate diferit, rezultând teritorii diferite.

Conţinutul mineral înalt şi orientarea cristalelor de HA conduc la **caracteristicile organizării microscopice** a smalţului.

Secvenţialitatea producerii şi depunerii graduate (zilnic, în perioada prenatală) a prismelor de smalţ este exprimată sub forma **striilor Retzius** – linii paralele între ele şi paralele cu conturul extern al smalţului. Una dintre linii, mai marcată decât celelalte, se observă pe dinţii al căror smalţ este format atât înainte, cât şi după naştere – este **linia neonatală**. Modificările direcţiei prismelor de-a lungul traiectoriei lor stau la baza diverselor **aspecte morfologice** vizibile în MO: **benzile Hunter-Schreger, tufele smalţului, smalţul noduros**. **Benzile Hunter-Schreger** se datorează înclinării grupelor de prisme adiacente, unele în raport cu altele, ceea ce realizează o mică rezistenţă la clivarea smalţului. **Tufele smalţului** sunt în esenţă spaţii slab mineralizate, subliniind intervalul între grupurile de prisme; baza lor este situată la joncţiunea amelodentinară şi ramificaţiile se orientează în direcţie superficială. **Smalţul noduros** apare prin variaţii foarte marcate ale orientării prismelor în vecinătatea dentinei, rezultând figuri care amintesc de nodurile lemnoase.

3. DENTINA

Dentina, a doua substanţă ca duritate din organism, galbenă şi cu consistenţă relativ elastică, formează **structura internă** a dintelui, atât la nivelul coroanei, cât şi la nivelul rădăcinii, separând camera pulpară de smalţ şi, respectiv, cement.

Scanned with OKEN Scanner

Dentina realizează un **suport particular** pentru smalţ, compensând astfel fragilitatea marcată a acestuia şi atenuând riscul de fracturare, datorate gradului extrem de înalt de mineralizare.

Dentina prezintă un **grad de mineralizare** mai redus comparativ cu smalţul, dar mai mare faţă de os. Ea este formată dintr-o **componentă anorganică** care constituie 70% (structurată în principal tot din **cristale de HA calcică**), o **componentă organică** care reprezintă 20% (colagen tip I, în asociere cu proteoglicani şi glicoproteine) şi 10% **apă**.

Celulele responsabile de elaborarea dentinei sunt **odontoblastele**, localizate la periferia **pulpei dentare**. **Odontoblastele** sunt celule viabile toată durata de existenţă a dintelui. Ele prezintă prelungiri citoplasmatice numite **prelungiri odontoblastice**, care realizează şi ocupă spaţii sub formă de tunel – **tubulii dentinari**. **Tubulii dentinari** reprezintă **unitatea morfofuncţională** a dentinei.

Astfel, dentina este traversată de canaliculi fini, paraleli între ei şi perpendiculari pe suprafaţa externă a dentinei, orientaţi dinspre pulpă spre joncţiunea amelodentinară (la nivelul coroanei) şi, respectiv, spre joncţiunea dentinocementară (la nivelul rădăcinei). Se pot număra până la 50.000 de tubuli dentinari/mm^2. Extremitatea distală a tubulilor dentinari se termină în general printr-o bifurcaţie, iar de-a lungul traiectoriei lor se detaşează ramificaţii laterale.

Secvenţialitatea producerii şi depunerii graduale a dentinei de-a lungul tubulilor dentinali (zilnic, în perioada de viaţă a dintelui) se reflectă prin alternanţa unor zone cu calcificare normală cu zone hipocalcificate şi se exprimă histologic prin **liniile lui Owen** (analoge cu striile Retzius din smalţ).

Pe lângă **dentina primară**, de-a lungul vieţii dintelui adult se poate forma şi **dentină secundară**, dar într-un ritm mult mai lent. Odontoblastele care participă la edificarea sa sunt mai puţin numeroase, tubulii dentinari au o traiectorie adesea aleatorie şi depunerea de dentină este mai puţin regulată. În cazul producerii unor leziuni, odontoblastele produc **dentină reparativă/ reacţională**, care se depune la suprafaţa dentinei existente, în camera pulpară, reducând dimensiunile acesteia; în acest caz, tubulii dentinari sunt neregulaţi sau chiar absenţi şi gradul de mineralizare este mult mai redus faţă de dentina primară.

4. PULPA DENTARĂ

Pulpa dentară formează **teritoriul central** al dintelui, fiind localizată la nivelul unui spaţiu subdivizat în **camera pulpară** – coronar şi **canalul radicular**. Canalul radicular comunică cu spaţiul ligamentului parodontal printr-o mică arie – **foramen apical**, permiţând penetrarea elementelor vasculare şi nervoase spre interiorul pulpei.

Pulpa dentară este un **tip particular de ţesut conjunctiv**, prezentând o **matrice extracelulară** de consistenţă gelatinoasă, bogată în proteoglicani şi glicozaminoglicani.

Scanned with OKEN Scanner

La nivelul dintelui adult, pulpa dentară prezintă o **zonă periferică** în jurul unui **miez pulpar** (pulpa centrală). **Zonele pulpei periferice**, din exterior spre interior, prezintă următoarea succesiune: **zona odontoblastică** (odontoblaste cu prelungiri citoplasmatice care pătrund în interiorul tubulilor dentinali adiacenţi), **zona acelulară Weil, zona celulelor Hohl.**

Pulpa centrală este format dintr-un **ţesut conjunctiv lax**, extrem de bogat vascularizat şi inervat (conţine axul vasculonervos dentar), iar uneori poate prezenta zone de **fibroză, scleroză** sau poate conţine structuri mici calcificate – **pulpoliţi.**

Inervaţia pulpei este asigurată de fibre nervoase simpatice vasomotorii (controlează diametrul vaselor sanguine) şi senzoriale (transmit senzaţia de durere).

Funcţiile pulpei dentare sunt în relaţie strânsă cu existenţa dentinei. Din punct de vedere embriologic, morfologic şi funcţional, cele două ţesuturi trebuie considerate un **ansamblu structural**, frecvent prezentat, în literatura de specialitate, drept **complexul dentinopulpar.**

5. CEMENTUL

Cementul, varietate de ţesut conjunctiv mineralizat, este localizat exclusiv la nivelul **rădăcinii,** acoperind întreaga dentină radiculară şi asigurând joncţiunea între dinte şi structurile vecine, prin fibrele de colagen ale ligamentului parodontal – **fibrele Sharpey –** care pătrund în structura cementului şi în alveolă.

Cementul este format dintr-o **componentă anorganică** care reprezintă 45-50% (**cristale de HA calcică**), restul de 50-55% fiind **material organic** (în principal colagen tip I) şi **apă.**

Originea cementului este predominant **mezenchimală**, diferenţiindu-se două varietăţi morfologice: **cement celular** şi **cement acelular.** Alături de acestea, există şi o **a treia varietate,** pentru care este acceptată o **origine epitelială.**

Există o serie de caracteristici comune cu ţesutul osos. Cementul este produs de celule proprii – **cementoblaste,** viabile toată durata de existenţă a dintelui şi care tapetează zona de limită cu ligamentul parodontal.

Cementul acelular, primul format, este subţire la nivelul coletului şi se îngroaşă spre apex; concomitent, se acoperă de cement celular, care poate, la rândul său, să fie acoperit de un nou strat de cement acelular. Pentru cementul acelular, cementoblastele nu sunt incorporate în matrice, ci rămân la suprafaţa acesteia, tapetând-o. Fasciculele de fibre de colagen ale ligamentului parodontal sunt puţin câte puţin înglobate în **cementul acelular**, contribuind la fixarea ligamentului de dinte. **Cementul celular**, format în general după cementul acelular, are un rol adaptativ. Conţine **cementoblaste** înglobate în matricea cementară pe măsura edificării cementului, care se transformă astfel în cementocite. **Cementocitele** prezintă expansiuni citoplasmatice multiple, lungi

Scanned with OKEN Scanner

şi subţiri, dispersate într-o manieră neregulată şi sunt situate în cavităţi numite cementoplaste, săpate în masa mineralizată. Depunerea noilor straturi de cement se continuă toată viaţa dintelui.

Deşi gradul de mineralizare este mai redus, **rezistenţa** cementului la forţe mecanice este mai mare decât cea a ţesutului osos (factor important pe care se bazează tratamentele ortodontice).

6. LIGAMENTUL PARODONTAL

Ligamentul parodontal, component al parodonţiului, localizat în spaţiul dintre **alveolă** şi **cement**, este un tip aparte de **ţesut conjunctiv dens semiordonat**, având caracteristici speciale ale componentelor structurale şi vascularizaţie bine reprezentată.

El conţine o **matrice extracelulară** necompresibilă, iar **fibrele de colagen tip I** se organizează sub formă de **fascicule de fibre principale – fibrele Sharpey**. Acestea sunt dispuse într-un tipar caracteristic, de frânghie înnodată/împletită, în care fâşii individualizate pot fi remodelate permanent, fără să afecteze histoarhitectonia ansamblului.

Fibrele Sharpey se inseră pe cement şi pe osul alveolar, ancorând dintele la osul alveolar. Ele au **rol de amortizare/contracarare** a forţelor exercitate în procesul masticaţiei, precum şi **rol senzitiv**.

7. PROCESELE ALVEOLARE

Procesele alveolare reprezintă **teritorii osoase ale maxilarului/mandibulei**, divizate în compartimente numite **alveole**, separate prin **septuri interalveolare**. Nu se poate trasa o limită netă între corpul maxilarului/mandibulei şi procesele alveolare corespunzătoare.

Alveolele dentare conţin **dinţii** (includ componenta radiculară), existenţa lor fiind strict dependentă de existenţa acestora.

Procesele alveolare sunt formate din trei elemente: **osul fascicular, spongioasa** şi **placa corticală**. Se organizează, din interior spre exterior, două structuri: **osul alveolar propriu-zis (lamina dura, lamina cribla)** – constituit din os fascicular, şi **osul alveolar de suport** – reprezentat prin spongioasă şi placa corticală.

8. GINGIA

Mucoasa gingivală este formată dintr-un **epiteliu stratificat pavimentos** cu orto/parakeratinizare, care alternează cu zone nekeratinizate, şi o **lamina propria** (în care fibrele de colagen de tip I se grupează în fascicule asemănătoare celor din ligamentul parodontal) care se se continuă direct cu periostul maxilarelor şi al alveolelor dentare, neexistând submucoasă subjacentă.

Topografic, se descriu două regiuni importante: **gingia ataşată** şi **gingia liberă**. **Gingia ataşată** se caracterizează prin creste epiteliale foarte adânci şi

Scanned with OKEN Scanner

papile dermice foarte înalte; vârfurile acestor papile ajung foarte aproape de suprafaţa epiteliului şi sunt acoperite doar de 2-3 rânduri de celule care se detaşează uşor, favorizând hemoragii gingivale.

La nivelul **gingiei libere**, în jurul coletului dintelui, se formează un mic burelet care se aplică intim pe smalţ; există, de asemenea, un spaţiu virtual între gingie şi dinte – sulcusul gingival. Aici se organizează **epiteliul de joncţiune** şi **epiteliul sulcular.**

Epiteliul de joncţiune este o varietate epitelială unică, situată între două membrane bazale, una externă şi una internă. Membrana bazală internă, fie produsul de elaborare terminală/finală a ameloblastelor, fie reacţia celulelor epiteliale superficiale la contactul cu smalţul, asigură o adeziune perfectă la smalţ.

9. MUCOASA ORALĂ

Indiferent de natura pereţilor săi – musculară, osoasă sau conjunctivală – **cavitatea orală** este tapetată de **mucoasa orală.** Datorită funcţiilor diferite pe care le îndeplineşte, mucoasa orală prezintă **aspecte regionale particulare.** Se diferenţiază astfel zone de **mucoasă de tapetare** (buze, palat moale, obraji, planşeul cavităţii orale, suprafaţa ventrală a limbii, mucoasa alveolară), de **mucoasă masticatorie** (gingie, palat dur) şi de **mucoasă specializată** (faţa dorsală a limbii).

Mucoasa orală prezintă o **componentă epitelială** şi o **componentă conjunctivă**. **Epiteliul** este de tip stratificat pavimentos, predominant orto/parakeratinizat (gingie, palat dur) sau nekeratinizat (faţa internă a obrajilor, limbă, palat moale). **Lamina propria** este alcătuită dintr-un strat subţire de ţesut conjunctiv lax, bine vascularizat şi inervat – zonă papilară şi dintr-un strat mai gros de ţesut conjunctiv bogat în fibre de colagen şi fibre elastice – zona reticulară. Zona reticulară se continuă cu periostul bolţii osoase şi a maxilarelor (imobilizând mucoasa din aceste regiuni) sau cu un strat subcorionic de ţesut conjunctiv lax, în celelalte zone. În lamina propria pot exista, funcţie de aria de localizare, **glande salivare minore**, compuse, tubulo-acinoase de tip seros, mucos sau mixt, precum şi extrem de numeroase limfocite care formează structuri distincte: **amigdale** linguale, palatine, tubare, faringiene.

În anumite zone (obraji, buze şi regiunea posterioară a palatului dur) există şi **submucoasă**, dar trecerea de la ţesutul conjunctiv al mucoasei la submucoasă este dificil de stabilit. În submucoasă sunt prezente, într-o atmosferă de ţesut conjunctiv lax, **elemente glandulare** sau **adipoase.**

Submucoasa are rolul de a separa mucoasa de ţesutul osos sau ţesutul muscular subjacent, stabilind concomitent şi aderenţa la acestea. În teritoriile fără submucoasă (gingie, palat dur) mucoasa orală se ancorează direct la periostul ţesutului osos, formând un sistem ferm, inelastic, denumit **mucoperiost.**

Scanned with OKEN Scanner

10. GLANDELE SALIVARE

Glandele salivare majore (glandele parotide, submandibulare/ submaxilare şi sublinguale) sunt glande tubulo-acinoase ramificate compuse. Ele realizează, la nivelul cavităţii orale, organe individualizate, bine definite morfologic şi funcţional.

Structural, prezintă o capsulă periferică, stromă şi parenchim. **Capsula** se continuă în interior sub formă de septuri care compartimentează parenchimul în lobi şi lobuli. **Stroma** este reprezentată de ţesut conjunctiv lax, esenţial pentru suportul glandular şi conducerea elementelor nervoase, sanguine şi limfatice. **Parenchimul** este organizat dintr-o **componentă excretorie** (sistemul canalicular) şi o **componentă secretorie** (sistemul de unităţi secretoare cu porţiuni atât tubulare cât şi acinoase).

Glandele salivare minore sunt constituite din **grupe de elemente** glandulare incluse în histoarhitectonia buzelor, limbii, mucoasei alveolare, obrajilor, palatului şi planşeului gurii. Sub raportul componentei secretorii, sunt organizate similar cu glandele salivare majore.

Saliva este un produs fluid foarte complex, format prin participarea tuturor glandelor salivare (inclusiv cele minore). Saliva creează şi menţine un mediu umed la nivelul cavităţii orale, contribuind astfel la asigurarea funcţiilor de protecţie (mecanică şi antimicrobiană), de tamponare, digestivă, excretorie, şi de menţinere a integrităţii dintelui.

11. ARTICULAŢIA TEMPOROMANDIBULARĂ

Articulaţia temporomandibulară, stabilită între **condilii mandibulari** şi **fosele glenoide** ale temporalului, menţine relaţia dintre maxilarul inferior şi restul craniului. Între oasele craniului, conexiunile sunt asigurate prin articulaţii imobile sau suturi; singura excepţie este reprezentată de articulaţia temporomandibulară – **diartroză de tip sinovial,** care permite realizarea mişcărilor complexe, asociate cu procesul de masticaţie. Această articulaţie este formată în fapt din două articulaţii distincte anatomic, dar sincrone funcţional, şi necesită obligatoriu existenţa dinţilor în ocluzie.

Histoarhitectonic, cavitatea articulară este delimitată extern de **capsulă** şi compartimentată printr-un **disc** specializat, extrem de mobil, care împarte teritoriul articular într-o **arie superioară** şi una **inferioară.** Suprafeţele articulare nu sunt tapetate de cartilagiu hialin, ci de un strat fibros, în relaţie de continuitate cu periostul.

Pentru integrarea articulaţiei temporomandibulare în ansamblul scheletului craniofacial intervin **structuri ligamentare** (ligamentul temporal lateral, ligamentul stilomandibular şi ligamentul sfenomandibular) şi **elemente musculare** (muşchii masticatori, împreună cu muşchii limbii, muşchii suprahioidieni şi muşchii cefei).

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 2

SMALȚUL

1. CONSIDERAȚII GENERALE 18
2. PROPRIETĂȚI FIZICE 18
3. PROPRIETĂȚI CHIMICE – COMPOZIȚIA SMALȚULUI 20
3.1. Componenta anorganică 20
3.1.1. Cristalul de HA 21
3.1.2. Distribuția elementelor anorganice 25
3.2. Componenta organică 27
3.2.1. Proteinele smalțului 27
3.2.1.1. Amelogeninele 28
3.2.1.2. Tuftelinele 30
3.2.1.3. Enamelinele 30
3.2.1.4. Amelinele 31
3.2.1.5. Rolul proteinelor smalțului 31
3.2.2. Apa 31
3.2.3. Alte componente 32
4. STRUCTURA DE BAZĂ – PRISMELE SMALȚULUI 32
4.1. Forma prismelor 33
4.2. Originea prismelor 35
4.3. Orientarea prismelor 35
4.4. Cristalele prismelor 38
5. PARTICULARITĂȚI STRUCTURALE 38
5.1. Smalțul de suprafață (superficial, extern). Suprafața smalțului 39
5.1.1. Membrana Nasmyth 39
5.1.2. Perikimata și liniile de suprapunere Pickerill 40
5.1.3. Capetele terminale ale prismelor 41
5.1.4. Lamelele smalțului 41
5.1.5. Fisurile smalțului 42
5.1.6. Pelicula câștigată 42
5.2. Smalțul intern 43
5.2.1. Joncțiunea amelodentinară 43
5.2.2. Fusurile smalțului 43
5.2.3. Tufele smalțului 44
5.3. Smalțul mijlociu 45
5.3.1. Benzile Hunter-Schreger 45
5.3.2. Smalțul noduros 46
5.3.3. Striațiile transversale 46
5.3.4. Liniile Retzius 47
5.3.5. Linia neonatală 48

Scanned with OKEN Scanner

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Smalțul, țesut de **origine epitelială înalt mineralizat**, tapetează dintele la exterior, la nivelul coroanei. Smalțul este format în cursul dezvoltării dintelui prin procesul de **amelogeneză**, de către celule înalt specializate – **ameloblastele**. Odată cu formarea smalțului matur ameloblastele mor, iar smalțul devine singurul țesut din organism total **acelular**. **Gradul** extrem de înalt **de mineralizare** a smalțului atinge **96-98%**, restul de 2-4% fiind material organic și apă. Structural este constituit din **prismele** sau **bastonașele** smalțului. Prisma reprezintă **unitatea morfofuncțională** a smalțului; arhitectonia sa rezultă din asamblarea și orientarea cristalelor minerale de hidroxiapatită (HA) într-un model particular organizat. Astfel, smalțul este descris ca un "pachet" strîns împachetat de cristale de HA, între care există o rețea delicată de material organic.

2. PROPRIETĂȚI FIZICE

Proprietățile fizice ale smalțului sunt: **duritatea, elasticitatea, densitatea, solubilitatea, permeabilitatea, grosimea, culoarea.**

- **Duritatea și elasticitatea**

Duritatea se traduce prin capacitatea de a rezista la acțiunea forțelor mecanice exercitate asupra lui și de a suferi deformări prin crestare sau zgâriere. Duritatea este comparabilă cu cea a oțelului mediu, fiind apreciată de specialiști între limitele 200-500 KHN (Knoop hardness number – număr de duritate Knoop, definit ca raportul dintre o încărcătură/sarcină dată și aria de indentare). Duritatea este mai mare la suprafață decât în profunzime.

Factorii care intervin în atingerea unui anumit grad de duritate sunt: gradul de mineralizare, orientarea prismelor și a cristalelor de HA, prezența și distribuția unor ioni metalici încorporați în cristale. Duritatea este dublată, însă, de un anume grad de **fragilitate/friabilitate** (care poate duce la fracturare) și de **rigiditate, elasticitatea** proprie fiind redusă. Duritatea, singură, nu poate fi suficientă pentru ca dintele să facă față presiunii uriașe care se exercită pe suprafața lui, în procesul de masticație. O oarecare compensare pentru fragilitatea, rigiditatea și lipsa de elasticitate a smalțului este conferită de elasticitatea dentinei subjacente, care realizează un adevărat suport, acționând ca o "saltea" cu rol de suspensie sau susținere. Elasticitatea smalțului este astfel o proprietate în relație directă cu duritatea.

Considerații clinice

Importanța clinică a cunoașterii durității smalțului este legată de practica de demineralizare și remineralizare, precum și de utilizarea materialelor dentare restaurative.

- **Densitatea**

Densitatea reprezintă calitatea smalțului de a fi compact. Densitatea smalțului nu este uniformă în timp și arii teritoriale. Astfel: densitatea este mai mică

Scanned with OKEN Scanner

înainte de erupţie, valoarea optimă fiind atinsă după erupţie; este mai mică la dinţii deciduali comparativ cu dinţii permanenţi; este mai mică la premolarii şi incisivii inferiori, faţă de incisivii superiori; la nivelul ansamblului coroanei, creşte din profunzime spre suprafaţă.

- **Solubilitatea**

Solubilitatea reprezintă calitatea sau proprietatea de a fi dizolvat. Ea este neuniformă pe aria de suprafaţă a smalţului şi variabilă în funcţie de prezenţa anumitor ioni sau molecule, în condiţii acide. Reducerea solubilităţii suprafeţei smalţului (dar nu şi a smalţului subjacent) este realizată de fluoruri şi de diferiţi ioni. Creşterea solubilităţii smalţului este realizată de carbonaţi care sunt distribuiţi în special în profunzime. Astfel, suprafaţa smalţului este mai puţin solubilă, iar regiunile profunde, mai solubile. De asemenea, matricea organică a smalţului intervine în stabilirea gradului de solubilitate, ariile slab mineralizate fiind mai rezistente la acid, comparativ cu cele înalt mineralizate; implicit matricea organică intervine în acest mod în protecţia contra plăcii bacteriene acidogene.

Consideraţii clinice

Pornind de la proprietatea smalţului de a fi dizolvat într-un mediu acid, gravarea acidă sau condiţionarea smalţului este utilizată pentru a optimiza ataşarea răşinelor la smalţ. Această tehnică este utilă în sigilarea fisurilor, în legarea materialelor restaurative de smalţ şi în cementarea bracketilor ortodontici de suprafeţele dinţilor.

Într-o primă etapă, acidul elimină filmul organic de la suprafaţa dintelui şi un strat subţire de smalţ; consecutiv, prin dizolvarea cristalelor de HA, se măreşte porozitatea suprafeţei expuse, ceea ce favorizează un contact crescut cu materialele de adeziune şi restaurative. Pentru dinţii deciduali, în zonele de smalţ aprismatic, este necesară o gravare mai accentuată.

Modul în care acidul afectează structura smalţului este diferit, putând fi eliminat miezul prismei (tipul I), periferia prismei (tipul II), sau ambele (tipul III). Aceste modele variate se datorează orientării cristalelor în prismă, dispoziţiei teritoriului gravat pe dinte, precum şi naturii agentului de gravare folosit.

- **Permeabilitatea**

Permeabilitatea, reprezentând uşurinţa cu care un fluid poate difuza printr-un anumit tip de material, este variabilă în smalţ pentru salivă şi lichidele creviculare. Smalţul tânăr permite trecerea apei şi a unor molecule de dimensiuni mici, prin porii existenţi între cristalele de HA. Testarea permeabilităţii a fost realizată folosind coloranţi organici, fluoruri şi substanţe marcate radioactiv. Smalţul este permeabil pentru coloranţi organici, în special în zonele de limită ale prismelor şi în teritoriile cu înalt conţinut organic (tufe, lamele, fisuri). Smalţul este permeabil şi pentru fluoruri; prin aplicări topice repetate, permeabilitatea de suprafaţă se transformă în permeabilitate de profunzime. Studii cu substanţe marcate radioactiv (Na^{121}, nicotinamidă, acetamidă, uree) au demonstrat că smalţul acţionează ca o membrană semipermeabilă, permiţând, în funcţie de dimensiunea moleculelor, o trecere

Scanned with OKEN Scanner

fie totală, fie parţială. Cu vârsta, permeabilitatea scade; acest proces este posibil datorită pierderii matricei organice şi creşterii dimensiunilor cristalelor de HA, ceea ce conduce la reducerea dimensiunilor porilor.

- **Grosimea**

Grosimea smalţului este variabilă: de la 2,5 mm la nivelul vârfurilor molarilor şi premolarilor umani, se reduce mult la nivelul coletului.

- **Culoarea**

Culoarea poate fi alb-galbenă spre alb/gri-albastru. Fiind semitransparent şi translucid, culoarea smalţului depinde de grosimea sa şi a structurilor subjacente, reflectate sau nu prin trecerea fasciculului luminos. Se pot explica astfel nuanţele diferite: alb-galben dacă smalţul este subţire şi transparent (se reflectă dentina), alb-albastru/gri dacă smalţul este gros şi opac. Transluciditatea este determinată de grade diferite de calcificare şi omogenitate structurală.

Consideraţii clinice

Variaţiile de culoare pot da indicaţii asupra stării de sănătate şi igienă a dintelui. Astfel, un dinte încă sănătos, dar cu o igienă precară, prezintă o culoare gălbuie, datorată formării plăcii dentare (strat organic care conţine bacterii, leucocite, celule epiteliale descuamate) care în mod normal trebuie îndepărtată prin periaj. Pete albe sau maronii pe suprafaţa smalţului indică aspecte patologice ca: demineralizare imediat sub suprafaţă, pierderi de CO_2, creşterea cantităţii de nitrogen. Culoarea se poate modifica şi cu vârsta, dar este încă neclar dacă se poate stabili o legătură directă între schimbarea culorii smalţului spre nuanţe întunecate şi modificările din structura smalţului. Se discută două ipoteze: smalţul îşi poate schimba culoarea fie pe măsură ce materialul organic provenit din mediul extern este adăugat pe suprafaţa sa, fie prin întunecarea culorii dentinei subjacente, care apare din ce în ce mai evidentă, prin stratul tot mai subţire de smalţ.

3. PROPRIETĂŢI CHIMICE

În structura smalţului se descriu o **componentă anorganică**, o **componentă organică** şi **apa**.

3.1. COMPONENTA ANORGANICĂ

Componenta anorganică constituie 96-98% din ansamblul smalţului. Componenta anorganică este reprezentată în principal de o **apatită biologică**, cu o mare similitudine în compoziţie cu **HA calcică**, în structura căreia elementele primare sunt calciul, fosforul şi ionii hidroxil; în esenţă este vorba de o sare de fosfat calcic, organizată sub formă de cristale, cu formula de bază $Ca_{10}[(PO_4)_6(OH)_2]$. Pe cristalele de HA pot fi adsorbiţi sau chiar incorporaţi ioni minerali diferiţi, precum clorul, fluorul, stronţiul, magneziul, plumbul, manganul. În cantităţi mici pot fi identificate şi alte elemente anorganice precum zinc, cupru, aluminiu, fier, nichel, titaniu, staniu, seleniu, vanadiu, sodiu.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.1. Cristalul de HA

Pentru a înţelege modul de organizare a componentei anorganice din smalţ, trebuie să pornim de la câteva date de chimie şi biochimie. Astfel vom defini:

- **o substanţă solidă cristalină;**
- **celula-unitate;**
- **structura moleculară/matricea/laticea cristalului.**

O **substanţă solidă cristalină** se caracterizează printr-un aranjament de atomi regulat, repetitiv, tridimensional, spre deosebire de solidele amorfe, cărora le lipseşte un aranjament regulat. S-a descoperit astfel că numeroase substanţe biologice importante, considerate amorfe pe baza aparenţei fizice (fără a avea deci o formă bine definită), sunt de fapt parţial sau complet cristaline; din această categorie fac parte: părul, miozina, colagenul, fracţiunile minerale ale osului şi dintelui, precum şi unele substanţe utilizate în practica stomatologică restaurativă şi protetică. Acest aranjament regulat, adesea simetric al faţetelor, care caracterizează cristalele, este rezultatul unei împachetări ordonate a atomilor şi moleculelor. În acest context, conform studiilor de specialitate, **HA** este definită ca o **substanţă solidă cristalină.**

Particulele din care este format un cristal sunt aranjate într-o modalitate aparte, realizând o unitate de bază, numită **celulă-unitate**. **Cristalul** se construieşte prin plasarea celulelor-unitate unele lângă altele şi unele peste altele, fără modificări în orientare. Există mai multe categorii de celule-unitate, fiecare tip corespunzând unuia dintre multiplele sisteme de cristale: monociclic, triciclic, ortorombic, trigonal, tetragonal, hexagonal, cubic. Particularizând pentru HA:

- Fiecare celulă-unitate are **formula** $3Ca_3(PO_4)_2.Ca(OH)_2$.
- Formula generică a HA, $\mathbf{D_5T_3M}$ (unde D – cation bivalent, T – anion trivalent, M – anion monovalent) sau $Ca_{10}[(PO_4)_6(OH)_2]$, indică numai conţinutul atomic al unităţii conceptuale de bază, anume **celula-unitate**; ea reprezintă **numărul minim** de ioni de calciu (Ca^{2+}), fosfat (PO_4^{3-}) şi hidroxil (HO^-) capabili să stabilească legături ionice.

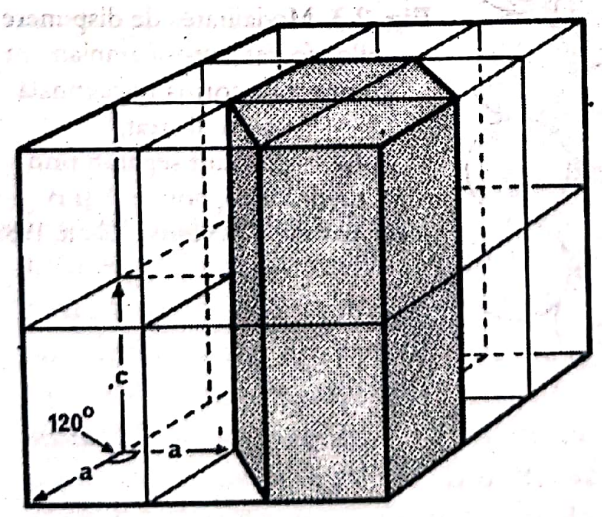


Fig. 2.1. Reprezentarea schematică sub formă de prismă hexagonală a celulei-unitate; asamblarea prismelor hexagonale conduce la construcţia cristalelor hexagonale – adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

Scanned with OKEN Scanner

- Celula-unitate a apatitei biologice are aproximativ o formă de **prismă hexagonală** (fig. 2.1.); sunt suficiente pentru descriere numai două dimensiuni ale prismei, latura a şi latura c; dimensiunile citate în literatură pentru aceste laturi sunt: a (=b) =9,42 Å şi c=6,88 Å.
- Plecând de la ionii Ca^{2+}, PO_4^{3-} şi HO^-, **modul de formare a unei prisme** este următorul (fig. 2.2.): ionii PO_4^{3-} sunt cei mai mari, prin urmare cel mai mult spaţiu va fi ocupat de ei; astfel, modul în care ionii PO_4^{3-} sunt cuplaţi va fi trăsătura dominantă a structurii; pentru simplificare, fiecare ion PO_4^{3-}, în formă de tetraedru, este aproximat la o formă sferică; gruparea acestor ioni "sferici" determină un aranjament strâns grupat, aproximativ hexagonal; în descrierea formării prismei, se consideră că iniţial "sferele" se grupează într-un strat, iar ulterior aceste straturi se suprapun (fig. 2.3., fig. 2.4.).

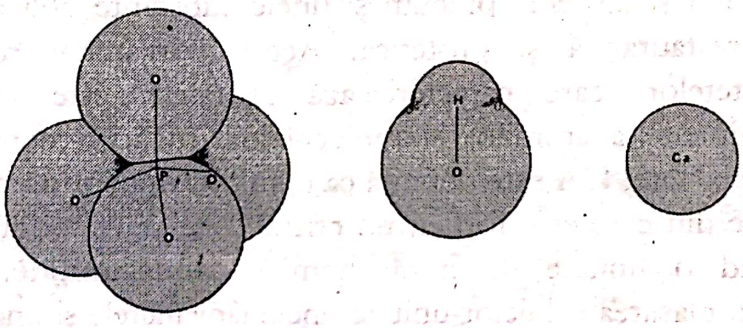


Fig. 2.2. Reprezentarea schematică şi comparativă a formei ionilor fosfat, hidroxil şi calciu, în structura HA
– adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

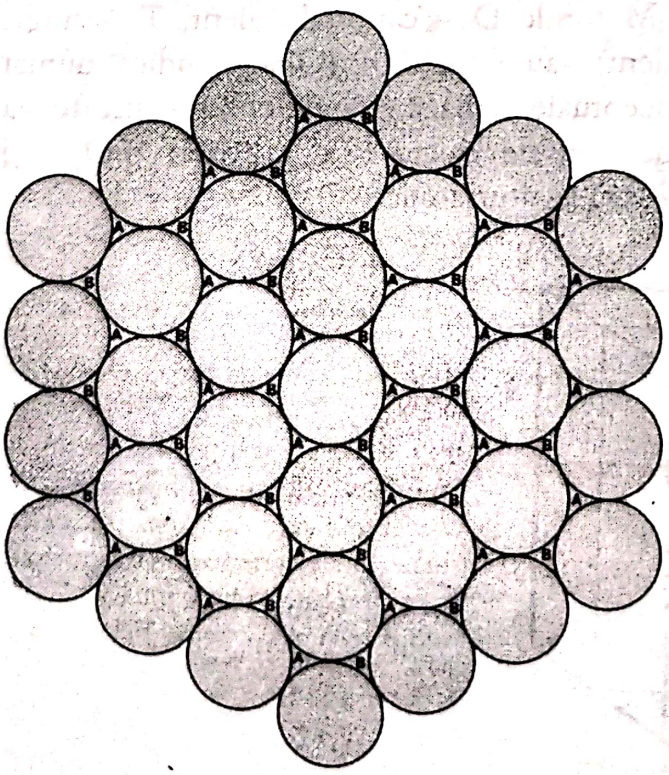


Fig. 2.3. Modalitatea de dispunere a ionilor fosfat într-un aranjament compact de formă hexagonală – primul strat; ionii fosfat sunt separaţi prin spaţii libere, notate A şi B – adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

Scanned with OKEN Scanner

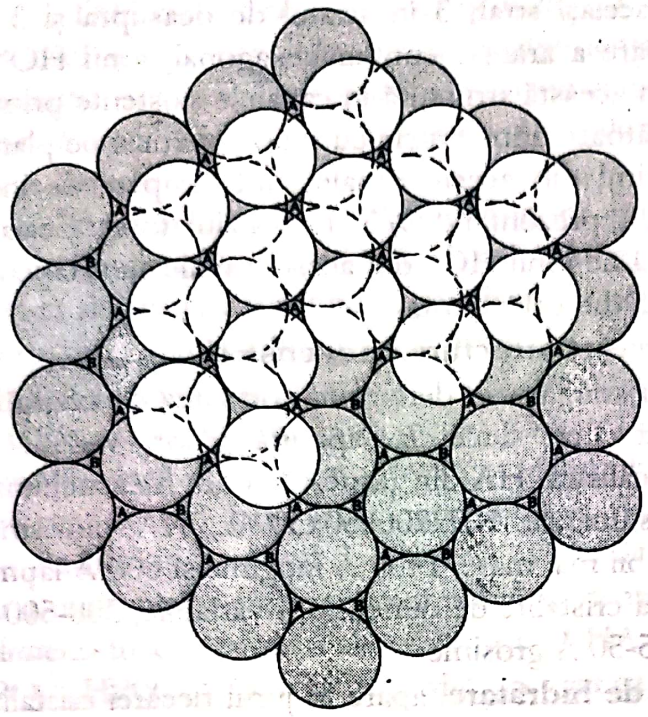


Fig. 2.4. Modalitatea de dispunere a ionilor fosfat într-un aranjament compact de formă hexagonală – două straturi suprapuse; suprapunerea implică ocuparea spaţiilor libere B – adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

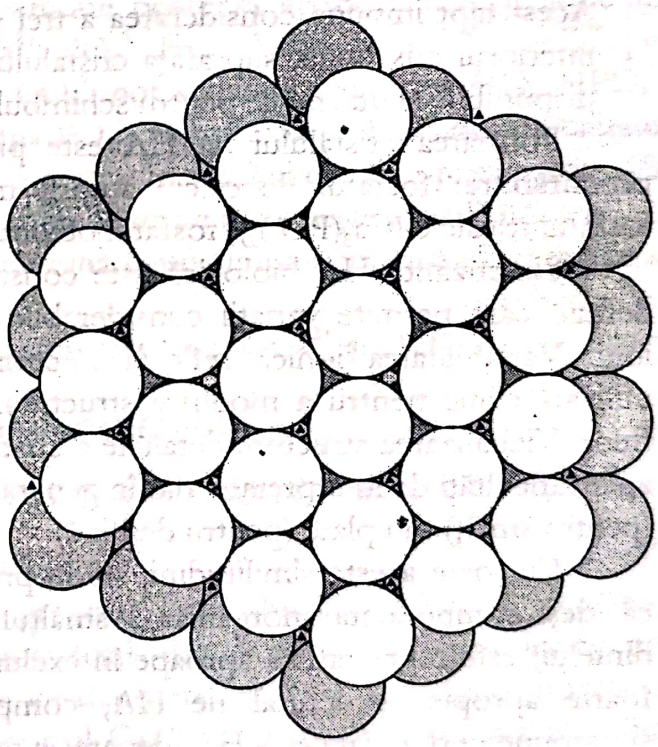


Fig. 2.5. Straturi suprapuse de ioni fosfat, delimitând zone cu traiect de tunel care vor fi ocupate de ionii hidroxil şi calciu – adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

➢ Într-un strat fiecare sferă are 6 vecini apropiaţi; mai mult, fiecare strat formează depresiuni notate A şi B. Pentru al doilea strat, ionii "sferici" se armonizează perfect în depresiunile B ale primului strat, pe care le ocupă, iar depresiunile A rămân necompletate. În momentul adăugării unui următor strat, armonizarea se face în depresiunile B ale celui de-al doilea strat. Modul de aşezare face ca straturile 1, 3, 5 etc. să fie verticale unele peste altele, iar straturile 2, 4, 6 etc. să fie deplasate faţă de acestea dar, la rândul lor verticale unele peste altele. Astfel, în spaţiu, fiecare sferă are

Scanned with OKEN Scanner

12 vecini echidistanţi: 6 în acelaşi strat, 3 în stratul de deasupra şi 3 în stratul de dedesubt. Ca urmare a aranjamentului hexagonal, ionii HO^- şi ionii de Ca^{2+} sunt localizaţi în această structură în canalele existente printre elementele "sferice", asemănătoare unor tunele cu traiect vertical pe planul prismei (fig. 2.5.). Două treimi din aceste canale sunt ocupate de ionii de Ca^{2+}, dispuşi în coloane, reprezentând 3/5 din calciul total. Cealaltă treime din canale este ocupată de ionii HO^-, dar aceste canale sunt tapetate de ioni de Ca^{2+} – restul de 2/5 din calciul total.

- Suprapuse, aceste prisme formează **structura unui cristal.**
- **Numărul repetitiv** al acestui aranjament determină formarea de **cristalite** de dimensiuni diferite, ceea ce duce la apariţia unor variaţii în hidroxiapatitele cu diverse localizări. HA din ţesuturile dure mezenchimale conţine cristalite cu dimensiuni de 100x200x50x50 Å, HA din smalţ formează un cristal considerabil mai mare, 1400 Å lungime şi 800 Å lăţime, HA din dentină şi os prezintă cristalite de dimensiuni variabile, 300-500 Å lungime, 100-300 Å lăţime, 25-50 Å grosime.
- Un strat de apă, numit **strat de hidratare**, apare în jurul fiecărei cristalite. Acest fapt impune considerarea a trei suprafeţe pentru un cristal de HA: interiorul cristalului, suprafaţa cristalului şi stratul de hidratare, toate fiind disponibile şi utilizabile pentru schimbul de ioni.

Formarea cristalului de HA este precedată de formarea unor **săruri precursoare**: fosfatul de calciu amorf, monofosfatul de calciu ($CaHPO_4$), fosfatul tricalcic ($Ca_3(PO_4)_2$), fosfatul octocalcic ($Ca_8(HPO_4)_2(PO_4)_4.5H_2O$).

Sintetizând, HA biologică este construită pe un model structural ionic definit, care permite variaţii considerabile în compoziţie, prin substituţie de ioni. Variabilitatea ionică reflectă micromediul apropiat cristalului şi este utilizată clinic pentru a modifica structura, prin expunere la mediu bogat în fluor. Vizualizarea structurii detaliate a cristalului de apatită în ME este dificilă, apar dificultăţi de interpretare, dar în general cristalele sunt descrise ca aciforme (pentru smalţ) sau plate (pentru dentină).

Cu toate aceste similitudini, studii prin difracţie cu raze X indică faptul că, deşi componenta anorganică a smalţului (şi a celorlalte ţesuturi dure ale dintelui) este reprezentată aproape în exclusivitate de fosfatul tricalcic apatitic, foarte apropiat structural de HA, compoziţia chimică a acestuia nu se suprapune perfect cu cea a HA, deoarece: raportul molecular Ca/P de obicei se află în limitele 1,5-1,7, comparativ cu 1,667 pentru HA; ţesuturile mineralizate ale dintelui conţin un număr mare de ioni adiţionali (CO_3^{2-}, F^-, Na^{2+}) care sunt absenţi în HA; este prezentă şi o mică cantitate de apă. Astfel, compoziţia chimică reală a HA din ţesuturile dure dentare diferă de cea a HA pure din trei motive:

- prezenţa unei componente nonapatitice adiţionale (fosfat de calciu amorf, carbonat);
- adsorbţia pe aria de suprafaţă mare a cristalelor de HA a unor ioni adiţionali sau a unor molecule;
- existenţa situsurilor de substituţie şi a legăturilor vacante.

Scanned with OKEN Scanner

Difracţia cu raze X nu evidenţiază (cu excepţia unor raportări ocazionale în osul embrionar) nici o altă componentă cristalină în ţesuturile dure, cu excepţia apatitei. Deşi există date care indică existenţa unui fosfat calcic în formă amorfă pentru dentină şi os, nu există dovezi care să ateste prezenţa unei faze amorfe în smalţ.

Apatita precipitată sintetic conţine întotdeauna numeroase procente de molecule de apă, strâns legate. Unele dintre ele pot fi localizate în matrice, dar există şi o cantitate substanţială adsorbită pe suprafaţa foarte mare a cristalelor, formând stratul de hidratare a cristalului. Şi apatitele biologice prezintă un strat de apă adsorbită, în plus faţă de apa din interiorul structurii moleculare. O mică cantitate de apă este, de asemenea, asociată cu componenta organică şi cu faza amorfă, dacă acestea sunt prezente. Mai mult, se pare că numeroşi alţi ioni care, fie sunt extraşi (prin acizi foarte diluaţi), fie suferă unele schimburi izotopice, sunt adsorbiţi în stratul de hidratare al cristalului. Suprafaţa de adsorbţie a ionilor şi a moleculelor este mai importantă în dentină şi os, decât în smalţ, din cauza dimensiunilor mai mari ale cristalelor de HA. Ionii frecvent adsorbiţi sunt: Ca^{2+}, PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Mg^{2+}, K^+, iar ca molecule – citratul, apa.

Existenţa situsurilor de substituţie poate să apară la nivelul structurii moleculare pentru situsurile de: Ca^{2+}, PO_4^{3-}, HO^-. Astfel Na^{2+}, Sr^{2+} şi Mg^{2+} pot substitui în poziţia Ca^{2+}; F^-, Cl^- şi CO_3^{2-} pot substitui în poziţia HO^-; HPO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^- pot substitui în poziţia PO_4^{3-}. Substituţia cu F^- scade solubilitatea cristalului, în timp ce cea cu CO_3^{2-} o creşte. În smalţul dentar, aproximativ 10% din CO_3^{2-} înlocuieşte ionii HO^-, în timp ce restul înlocuieşte ionii PO_4^{3-}.

Cristalul este capabil să îşi menţină configuraţia structurală în timp ce se acomodează la aceste substituţii.

Legături vacante apar pentru situsurile ionilor Ca^{2+} şi HO^-.

3.1.2. Distribuţia elementelor anorganice

Principalii constituenţi anorganici variază ca distribuţie în ansamblul smalţului.

- **Calciul şi fosforul**

Calciul reprezintă 33,6-39,4% din greutatea smalţului, iar **fosforul** – 16,1-18%. Concentraţiile de calciu şi fosfor scad de la suprafaţă spre joncţiunea amelodentinară, ceea ce concordă cu densitatea scăzută şi conţinutul mineral mai redus al smalţului intern. Raportul Ca/P rămâne aproape constant, fiind mai mic la suprafaţa smalţului (2,1 – greutate, 1,62 – molar) şi mai mare în smalţul intern (2,3 – greutate, 1,78 – molar).

- **Carbonatul**

Carbonatul constituie 1,95-3,66% din greutatea smalţului. Nivelul său creşte considerabil de la suprafaţă spre joncţiunea amelodentinară, unde atinge cel mai ridicat punct, valoarea fiind aproape dublă. Concentraţia scăzută din smalţul extern poate fi explicată şi prin producţia scăzută de CO_2, consecutivă unei activităţi metabolice scăzute a ameloblastelor, la finalul amelogenezei.

Scanned with OKEN Scanner

Distribuţia definitivă este stabilită în procesul de dezvoltare, motiv pentru care nu apar modificări după erupţie, în urma expunerii la factorii externi, dacă dintele este sănătos. În cazul apariţiei cariilor, concentraţia se modifică.

- **Sodiul, magneziul şi clorul**

Sodiul reprezintă 0,25-0,90% din greutatea smalţului. Şi în cazul acestui component anorganic, concentraţia creşte de la nivelul smalţului extern spre smalţul intern, posibil datorită asocierii cu apa din interior, care urmează aceeaşi curbă. **Magneziul** este prezent în concentraţie de 0,25-0,56% din greutate. Modelul de distribuţie este similar cu cel al carbonatului şi sodiului, concentraţia maximă (de aproximativ 3 ori mai mare) fiind la nivelul joncţiunii amelodentinare. **Clorul** reprezintă 0,19-0,30% din greutatea smalţului. Similar cu carbonatul, magneziul şi clorul se stabilesc definitiv în smalţ înainte de erupţie şi nu este influenţat de factorii legaţi de mediul creat în cavitatea orală.

- **Fluorul**

Prezenţa şi distribuţia **fluorului** au fost intens studiate. Dintre toate elementele anorganice, fluorul prezintă cea mai mare variabilitate a concentraţiei sale: extrem de ridicată în smalţul de suprafaţă, scade semnificativ spre smalţul intern unde, uneori, există o uşoară creştere. Astfel, în smalţul extern, fluorul constituie 0,7-0,8% din greutate, sau concentraţia sa este de 50 de ori mai mare decât 5.000 părţi/milion. Existenţa sa este legată de formarea moleculelor de fluoroapatită, în care ionii de fluor realizează 3,8% din greutate. Conţinutul de fluor al apei potabile, într-o alimentaţie normală, este factorul major care determină concentraţia de fluor din smalţ.

Incorporarea sau adsorbirea fluorului la nivelul cristalelor de HA creşte rezistenţa la dizolvarea în mediu acid şi implicit la formarea cariilor, determinată de procesul de demineralizare. Modelul general de distribuţie este stabilit înainte de erupţie. Preluarea fluorului are loc în timpul procesului de amelogeneză, rezultatul constând în creşterea rezistenţei cristalelor de HA. Cantitatea de fluoruri preluată trebuie însă controlată cu grijă, datorită sensibilităţii ameloblastelor secretorii şi posibilităţii de afectare a amelogenezei, cu apariţia unui smalţ pătat. Iniţial, în cursul depunerii matricei organice, când conţinutul în proteine specifice smalţului este foarte ridicat, concentraţia în fluor este şi ea foarte ridicată, astel încât se pare că fluorul este asociat mai mult cu componenta organică, decât cu cea anorganică. Ulterior, în procesul de maturizare, pe măsură ce conţinutul organic scade, concentraţia de fluor scade în paralel, dar o parte din fluor este redistribuit în componenta anorganică, în special în zonele externe ale smalţului. În cazul dinţilor complet formaţi, încă neerupţi, smalţul preia în timp cantităţi importante de fluor provenit din lichidul interstiţial; acest fluor este orientat tot în ariile externe ale smalţului, în esenţă cele mai apropiate de zona deservită de lichidul interstiţial. După erupţie, se înregistrează o preluare lentă a fluorului (provenit din mediul oral) în smalţul de suprafaţă, în special în zonele poroase sau carioase. Fluorul

Scanned with OKEN Scanner

afectează echilibrul existent în cavitatea orală între ionii de calciu şi fosfat din salivă şi, respectiv, din smalţ. În cazul în care placa dentară responsabilă de apariţia unei leziuni carioase este îndepărtată, prezenţa fluorului poate accentua reacţia de remineralizare a regiunii demineralizate. Modelul de distribuţie este perturbat şi în cazul pierderii smalţului de suprafaţă, prin eroziune; consecutiv, se reduce concentraţia de fluor în aria interesată, comparativ cu nivelele din teritoriile adiacente, neerodate. Cu vârsta, fluorul se acumulează înspre marginea cervicală a dintelui şi concentraţia sa creşte la acest nivel.

- **Fierul, zincul, plumbul şi staniul**

Fierul constituie 8-218 părţi/milion din greutatea smalţului. Concentraţia sa este mai ridicată în smalţul de suprafaţă şi scade treptat, spre joncţiunea amelodentinară. Nivelul fierului creşte odată cu vârsta. **Zincul** apare în concentraţii comparabile cu ale fluorului, fiind, de asemenea, localizat în special în smalţul de suprafaţă. **Plumbul**, în concentraţie redusă, se acumulează predominant tot la suprafaţă. **Staniul** se concentrează tot în smalţul de suprafaţă, fapt amplificat de prezenţa unei restaurări cu amalgam.

3.2. COMPONENTA ORGANICĂ

Componenta organică, sau matricea organică a smalţului, deşi ocupă numai 2-4% din ansamblul smalţului, este distribuită în întregul volum al smalţului sub forma unei reţele fine, dantelate, dispuse între şi printre cristalele de HA.

Matricea organică este formată în principal din **proteinele smalţului**, de natură acidă: amelogenine, ameline, enameline, tufteline, serinproteaze, metaloproteinaze, fosfataze, proteine noncolagene glicozilate, sulfatate şi fosforilate (similare cu proteinele analoge din ţesuturile conjunctive calcificate). Există, de asemenea, cantităţi aproximativ egale de lipide şi cantităţi foarte mici de citraţi, lactaţi şi carbohidraţi. **Apa** reprezintă un procent important din greutatea totală a smalţului.

3.2.1. Proteinele smalţului

Proteinele smalţului sunt reprezentate în procent de 90% dintr-un grup heterogen de proteine cu greutate moleculară scăzută, numite **amelogenine**, şi în procent de 10% din **enameline**, **tufteline**, **ameline** etc. Aminoacizii conţinuţi în unele dintre proteinele smalţului sunt prezentate în Tabelul 2.1.

Studiul amelogeninelor s-a bazat pe extragerea lor secvenţială, din smalţul în dezvoltare, utilizând o soluţie de guanidină hidroclorídă, tamponată la pH 7,4 şi îmbunătăţită cu inhibitori de protează.

Guanidina rupe legăturile de hidrogen, favorizând dizolvarea. Enamelinele sunt legate strâns de cristalele de HA în dezvoltare, astfel încât în timpul acestei proceduri de extragere rămân ataşate. Cristalele de HA pot fi separate şi, consecutiv, enamelinele eliberate printr-o tratare ulterioară cu soluţie guanidină-EDTA. Guanidina este apoi eliminată prin dializă, iar amelogeninele şi enamelinele sunt recuperate prin liofilizare. În procesul de

Scanned with OKEN Scanner

maturare a smalţului, majoritatea amelogeninelor se pierd, astfel încât procentul ocupat de enameline creşte considerabil.

Tabel 2.1. Conţinutul în aminoacizi a unor proteine ale smalţului (reziduuri, la 1000 reziduuri totale) – adaptare după (Williams, Elliott, 1989).

Aminoacizii	Amelogenine (bovine, smalţ în dezvoltare)	Enameline (bovine, smalţ în dezvoltare)	Tufteline (om, smalţ matur)	Ansamblul proteinelor (om, smalţ matur)
Acid aspartic	28	98	79	96
Acid glutamic	220	146	136	130
Treonină	23	55	52	51
Serină	30	81	82	72
Hidroxiprolină			<2	
Prolină	273	139	81	64
Alanină	25	50	69	79
Glicină	30	114	62	108
Valină	42	39	52	60
Izoleucină	38	28	23	43
Leucină	101	53	111	96
Tirozină	26	21	51	17
Fenilalanină	17	49	49	37
Triptofan	nedeterminat	nedeterminat	nedeterminat	nedeterminat
Hidroxilizină			6	
Lizină	7	32	40	53
Histidină	82	27	27	25
Arginină	7	40	36	49
Cistină	0	2	20	3
Metionină	50	23	22	19

3.2.1.1. Amelogeninele

Amelogeninele, cu o greutate moleculară de 20-30 kDa, sunt **proteine hidrofobe**, bogate în trei aminoacizi esenţiali: prolină, histidină şi acid glutamic (în smalţul în dezvoltare), respectiv glicină, acid aspartic şi serină (în smalţul matur); următorul aminoacid reprezentat ca frecvenţă este leucina; hidroxiprolina şi cistina lipsesc, fapt important pentru diferenţierea de alte proteine structurale, de tip colagen sau keratină. Modificarea celor mai bine reprezentaţi aminoacizi, din perioada de dezvoltare, în cea de maturitate, se datorează micşorării conţinutului proteic de 100-200 de ori, în timpul procesului de mineralizare şi maturizare a smalţului. Acest fapt concordă cu schimbarea raportului amelogenine/enameline, în favoarea, în smalţul matur, enamelinelor.

Amelogeninele prezintă proprietăţi de agregare reversibile, dependente de pH, concentraţie şi temperatură.

Debutul identificării amelogeninelor se înscrie în anii `80-`90, când au fost determinate secvenţele de aminoacizi pentru componenta amelogenică majoră de la diferite specii (porcine, bovine, murine). Amelogeninele porcine şi bovine au fost secvenţate direct în proteine, iar amelogenina murină a fost identificată în mare parte prin determinarea secvenţei de bază a unui ADN

Scanned with OKEN Scanner

complementar pentru ARN-ul mesager responsabil de codificare, iar succesiunea aminoacizilor a fost apoi determinată de la nivelul codului genetic.

Sub aspect structural, in situ sau prin purificare, amelogeninele nu prezintă o conformaţie regulată, identificabilă. Totuşi, o conformaţie regulată ar putea fi prezentă iniţial, în stadiile precoce de mineralizare, înainte de intervenţia enzimelor hidrolitice. Nu este exclusă nici posibilitatea unei conformaţii bine definite, cu doar o mică proporţie de structură secundară regulată ordonată; aceasta, deoarece numai o structură secundară ordonată ar putea fi detectată prin difracţie cu raze X, şi nu, de exemplu, o aranjare aleatorie a moleculelor de amelogenină, toate cu o conformaţie identică.

Secvenţa primară a amelogeninei murine conţine 180 de reziduuri de aminoacizi care conferă o greutate moleculară de 23.532 Da, fiind mai scăzută decât corespondentul bovin. Primele 33 de reziduuri aminoterminale sunt identice la toate amelogeninele studiate, indiferent de specie. Există o omologie crescută pentru primele 100 de reziduuri, precum şi pentru regiunile hidrofobe şi hidrofile, la speciile bovină, porcină şi murină. Se pare că această secvenţă aminoterminală, alături de regiunile hidrofobe şi hidrofile, este necesară pentru procesul de mineralizare.

Polipeptidul amelogenic bogat în tirozină (TRAP), cu greutate moleculară scăzută (5 kDa), prezintă o secvenţă aproximativ identică cu cele 45 de reziduuri aminoterminale din amelogenina principală, identificată în smalţul în dezvoltare. TRAP domină compoziţia amelogeninelor, pe parcursul derulării procesului de mineralizare. Polipeptidul amelogenic bogat în leucină este, de asemenea, o proteină cu greutate moleculară mică, care prezintă o secvenţă de aminoacizi identică cu TRAP, cu excepţia a 13 reziduuri carboxiterminale. Corespondenţa între aceste secvenţe şi secvenţa aminoterminală a amelogeninei indică faptul că mineralizarea smalţului implică desfacerea amelogeninelor în fragmente mai mici, probabil printr-o enzimă proteolitică specifică (protează, izolată în smalţul imatur).

Amelogeninele au fost evidenţiate în lizozomii din ameloblastele secretorii. Se consideră astfel că fie sinteza proteinelor smalţului are loc cu mult înainte de secreţie, unele proteine fiind însă distruse în acest interval, fie că ameloblastele realizează simultan sinteza şi îndepărtarea unor proteine, în timpul etapei de producere a matricei.

Reacţiile imunohistochimice, utilizând anticorpi monoclonali şi policlonali antiamelogenine, au fost practicate pentru a identifica produşii de translaţie ai ARN-ului mesager din ameloblaste. Astfel, au fost detectate 4 amelogenine diferite, cu greutate moleculară între 26-28 kDa. Deoarece s-a folosit un sistem liber celular, aceste amelogenine nu puteau proveni prin modificări posttranscripţionale, ci numai prin prezenţa a 4 tipuri de ARN mesager în ameloblaste. Polimorfismul ARN-ului mesager poate să se bazeze fie pe prezenţa unui anumit număr de gene diferite, fie pe derularea unor modificări posttranscripţionale, a unui singur ARN mesager imatur, produs de o singură genă.

Scanned with OKEN Scanner

La sfârşitul anilor `90, literatura de specialitate prezintă trei variante de explicaţii pentru **heterogenitatea** acestui grup:

- genele responsabile de transcripţia amelogeninei există şi pe cromozomul X şi pe cromozomul Y; cele două gene nu sunt 100% omologe, deci o heterogenitate sexuală există din primul moment, iar la sexul feminin 10% din totalul amelogeninei transcripţionate derivă din cromozomul Y; nu este elucidată însă semnificaţia funcţională a acestui dimorfism sexual;
- fiecare genă pentru amelogenină conţine cel puţin şapte exoni care pot fi combinaţi în diferite moduri în producerea ARN-ului mesager matur; acesta poate conţine toţi exonii, numai unii dintre exoni sau pot să lipsească unele părţi din unii exoni; aceste forme de combinare alternativă nu sunt foarte frecvente iar semnificaţia lor funcţională nu este cunoscută;
- miezul amelogeninei secretate este amelogenină parentală de 25 kDa, derivată din gena localizată pe cromozomul X; ea poate fi degradată prin activitate enzimatică proteolitică, rezultând proteine cu greutate moleculară scăzută, în principal polipeptidul amelogenic bogat în tirozină (TRAP) şi polipeptidul amelogenic bogat în lizină (LRAP); TRAP şi LRAP realizează miezul matricei organice finale a smalţului.

3.2.1.2. Tuftelinele

Tuftelinele sunt **glicoproteine fosforilate acid**, formate din 389 aminoacizi şi având o greutate moleculară de 45 kDa. Gena responsabilă pentru tuftelină a fost clonată şi localizată pe cromozomul 1 (1q21-31), existând posibile corelaţii cu amelogeneza imperfecta.

Tuftelina este secretată chiar la începutul amelogenezei, într-un interval de timp scurt, astfel încât prezenţa ei este limitată la nivelul joncţiunii amelodentinare. La acest nivel se pare că are un rol important, sau chiar decisiv în iniţierea mineralizării smalţului. Smalţul intern conţine, cu certitudine, mai multe proteine comparativ cu smalţul extern.

3.2.1.3. Enamelinele

Enamelinele reprezintă 2 % din totalul proteinelor şi constituie un grup heterogen de **proteine acide, glicozilate** extensiv (4% cu hexozamine, 4% cu acid sialic). Din punct de vedere al aminoacizilor componenţi, prezintă mai puţină prolină, glutamină şi histidină comparativ cu amelogeninele, dar mai mult acid aspartic, serină, glicină, alanină şi arginină. Au o greutate moleculară mică, în urma transformărilor posttranslaţionale, de la 142 kDa la 32 kDa.

Enamelinele sunt localizate preferenţial în interiorul miezului prismelor, pe suprafaţa cristalelor de HA, având structură β-plisată, cu direcţia lanţurilor polipeptidice aproape complet extinse, aproximativ perpendicular pe lungimea cristalelor de HA; această structură a fost identificată în smalţul imatur. Au rol în stabilirea unei legături puternice cu matricea anorganică.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.1.4. Amelinele

Amelinele reprezintă 5-10% din totalul proteinelor. Au o greutate moleculară mică, în urma transformărilor posttranslaţionale, de la 65 kDa la 15 kDa, precum şi specificitate genică. Localizarea lor preferenţială este între prismele smalţului. În cadrul lor se diferenţiază două clase: **ameloblastinele** şi **proteinele tecale.**

Ameloblastina este constituită din 422 aminoacizi; forma de sinteză apare ca un miez proteic cu o greutate moleculară de 55 kDa, modificată translaţional prin legare de oligozaharide, iar forma secretorie are o greutate moleculară de 65 kDa; clivajul generează polipeptide aminoterminale (care se concentrează în teaca prismelor) şi carboxiterminale (care, în urma degradării rapide, se pierd din matricea smalţului. Reacţii imunohistochimice, utilizând anticorpi monoclonali antiameloblastină, relevă prezenţa acesteia în aparatul Golgi şi granulele secretorii ale ameloblastelor, în smalţul imatur adiacent situsurilor de secreţie şi în smalţul matur, în întreaga grosime, în regiunea interprismatică.

Proteina tecală (**sheathlin**) prezintă o mare similitudine cu ameloblastina: 79% din aranjamentul nucleotidelor în regiunile de codare, 66% din secvenţa de aminoacizi. Reacţiile imunohistochimice sunt pozitive în ameloblastele în stadiul de diferenţiere (tardiv), secretor şi tranziţional.

3.2.1.5. Rolul proteinelor smalţului

Proteinele smalţului acceptă, la nivelul lor, ionii anorganici, fiind implicate în **determinarea naturii** şi **direcţiei de creştere** a cristalelor de HA specifice smalţului; de asemenea, ele au capacitatea de a fi excluse din matricea smalţului, în procesul de mineralizare, prin presiunea produsă de cristalele în creştere.

O **corelaţie** directă a funcţiilor proteinelor smalţului cu evenimentele din amelogeneză poate fi sistematizată astfel:

- nucleaţia minerală iniţială: enameline, amelogenine;
- reglarea creşterii cristalelor: ameline, enameline, amelogenine;
- legarea ionilor minerali: tufteline, amelogenine;
- orientarea modului de aşezare a cristalelor de creştere, susţinerea cristalelor: enameline, amelogenine;
- determinarea structurii prismatice a smalţului: ameline;
- stabilirea conexiunilor intercelulare: ameline;
- iniţierea secreţiei: ameline, amelogenine, tufteline;
- finalizarea secreţiei: prin posibil mecanism de feed-back al produşilor de secreţie.

3.2.2. Apa

Conţinutul în **apă** al smalţului, care reprezintă, alături de componenta organică, 2-4% din greutate, este semnificativ deoarece, calculată ca volum, apa poate ocupa până la 11% din volumul total. Distribuţia este neuniformă: smalţul de

Scanned with OKEN Scanner

suprafaţă conţine o cantitate mai mică, iar regiunile mai profunde – o cantitate mai mare. Apa este prezentă în procent de 25% într-o asociere laxă cu cristalitele, formând o "pătură" superficială în exteriorul cristalelor de HA. Această modalitate de legare este importantă în reacţiile de schimb de ioni şi în transportul molecular. Restul de apă este în relaţie cu componenta organică, motiv pentru care se eliberează uşor în momentul acţiunii radiaţiei termice.

3.2.3. Alte componente

Carbohidraţii sunt prezenţi în perioadele iniţiale ale mineralizării, în special sub formă de hexoze: galactoză, glucoză şi manoză, mai puţin fucoză şi xiloză.

Deşi 0,6% din totalul de **lipide** identificat în smalţ prezintă urme de colesterol, în prezent nu se cunoaşte cu exactitate tipul de bază al lipidelor localizate la acest nivel. Se pare că lipidele au rol în procesul de mineralizare, deoarece materiale de tip lipidic există în cantităţi mai mari în stadiile finale ale mineralizării, comparativ cu stadiile iniţiale.

Citraţii reprezintă 0,1% din conţinutul organic nonproteinic. Asocierea cu matricea organică influenţează formarea şi creşterea cristalelor de HA. Conţinutul în citraţi este mai mare la suprafaţa smalţului şi adiacent joncţiunii amelodentinare, comparativ cu zona smalţului mijlociu.

4. STRUCTURA DE BAZĂ – PRISMELE SMALŢULUI

Unitatea morfofuncţională a smalţului este **prisma** smalţului.

Datorită faptului că smalţul este ţesutul cel mai **înalt mineralizat** din întregul organism, el este dificil de studiat, MO oferind puţine informaţii asupra detaliilor structurale. Pentru observarea şi analiza dintelui, în mod curent, în practica de laborator, se realizează secţiuni şlif şi secţiuni demineralizate. Secţiunile şlif, prin care componenta minerală este conservată, au permis identificarea în smalţ a unor structuri elongate, denumite iniţial **prisme** (fig. 2.6.).

Fig. 2.6. Smalţ – imagine de ansamblu (dinte şlif, x 200).

Numărul prismelor este de aproximativ 5-12 milioane, dar descifrarea structurii lor în MO, în secţiuni şlif, nu a fost posibilă, datorită interferenţelor optice produse de trecerea luminii prin secţiune. Secţiunile demineralizate, dacă

Scanned with OKEN Scanner

este vorba de smalţ în dezvoltare, datorită incompletei mineralizări a conţinutului organic prezent, pot prezerva o cantitate suficientă de matrice organică şi fac posibilă observarea smalţului, implicit a prismelor. Pentru smalţul matur însă, secţiunile demineralizate conduc la apariţia unui spaţiu optic gol în teritoriul de localizare a smalţului, prin dizolvarea completă a componentei minerale şi spălarea componentei organice. ME, în schimb, a fost metoda care a permis analiza ultrastructurală a prismelor, alături de a materialului organic.

4.1. FORMA PRISMELOR

Descrise iniţial, în MO, secţiune transversală, ca structuri de **formă** prismatică sau hexagonală, rotundă, ovală, în "solzi de peşte", în "potcoavă", unităţile structurale de bază au fost denumite şi "bastonaşe", geometria lor fiind extrem de neregulată. Termenul de "prismă" este însă extrapolat tuturor acestor structuri, indiferent de forma lor tridimensională reală, care diferă în anumite teritorii şi în funcţie de incidenţa de secţiune şi în definirea căreia există încă opinii controversate.

ME de transmisie şi de baleiaj a permis însă acumularea unor informaţii de detaliu asupra structurii prismelor smalţului. Pentru înţelegerea arhitectoniei prismelor, trebuie înţeleasă maniera de organizare în orientarea cristalelor, manieră în care apar o multitudine de variaţii.

Prisma, cu o formă aproximativ asemănătoare cu un cilindru, este organizată dintr-un dispozitiv de cristale de HA, orientate cu axul longitudinal paralel cu axul longitudinal al prismei. Această dispoziţie este evidentă în special în zona centrală a prismei. Cristalele localizate de o parte şi de alta de "miezul" prismei prezintă însă o dispoziţie uşor evazată, sub un unghi care creşte pe măsură ce cristalele sunt dispuse spre periferia prismei.

Regiunea interprismatică este zona din jurul prismei, cu rol de cimentare a prismelor. Aici, cristalele sunt orientate în direcţii diferite comparativ cu cristalele din interiorul prismei. Diferenţele de orientare în poziţia cristalelor sunt marcante pe o arie care acoperă pînă la ¾ din circumferinţa prismei.

Cristalele din periferia prismei formează un unghi ascuţit cu cristalele din regiunea interprismatică. Zona largă dintre laturile acestui unghi ascuţit (format prin joncţiunea dintre extremităţile celor două tipuri de cristale) este responsabilă de apariţia **tecii prismei**, un spaţiu caracterizat şi printr-un conţinut bogat în material organic. La nivelul tecii prismei, cristalele de HA nu sunt foarte strâns împachetate, datorită unghiurilor diferite sub care sunt orientate. Mai mult, materialul organic proteic existent determină apariţia aspectului în "solzi de peşte" al matricei, în secţiuni demineralizate, de smalţ incomplet mineralizat. Teaca prismei se observă şi pe secţiuni şlif, datorită indicelui de refracţie diferit dintre prismă, teacă şi regiunea interprismatică.

Între porţiunea interprismatică localizată sub o anumită prismă (denumită şi regiune interprismatică direct cervicală) şi prisma respectivă nu există teacă. Absenţa tecii se explică prin faptul că în zona respectivă cristalele din regiunea interprismatică sunt confluente cu cristalele prismei. Astfel, la acest nivel, unghiul format de extremităţile cristalelor prismei şi cele ale

Scanned with OKEN Scanner

substanţei interprismatice devine drept. Dacă teaca prismei lipseşte complet, de jur-împrejurul prismei, aceasta se poate explica prin creşterea în dimensiuni a cristalelor de la periferia prismelor adiacente. În urma acestei expansiuni, regiunea interprismatică se îngustează şi, în final, dispare.

În secţiuni transversale se poate observa că, delimitând prisma şi regiunea interprismatică cervicală corespondentă, se obţine aspectul de "gaură de cheie" atribuit, de unii histologi, prismei. Histoarhitectonia smalţului este însă extrem de variată în formarea prismelor şi a regiunilor interprismatice, motiv pentru care compaiaţia cu "gaura de cheie" nu este valabilă permanent. O ipoteză nouă descrie unitatea morfofuncţională a smalţului ca o prismă cilindrică, ce are o relaţie spaţială specifică cu regiunea interprismatică direct cervicală ei.

În secţiune longitudinală, se observă un aranjament repetitiv în care pot fi identificate prismele cilindrice, aşezate în rânduri paralele şi separate de zonele interprismatice. Pentru fiecare prismă poate fi delimitată regiunea interprismatică cervicală situată subjacent şi între două prisme vecine. De fapt, prisma cilindrică corespunde porţiunii rotunde denumite "cap" iar regiunea interprismatică corespunde extensiei subţiri denumite "coadă", din modelul în "gaură de cheie" (fig. 2.7.). Acest aranjament repetitiv intercalat conferă rezistenţă smalţului.

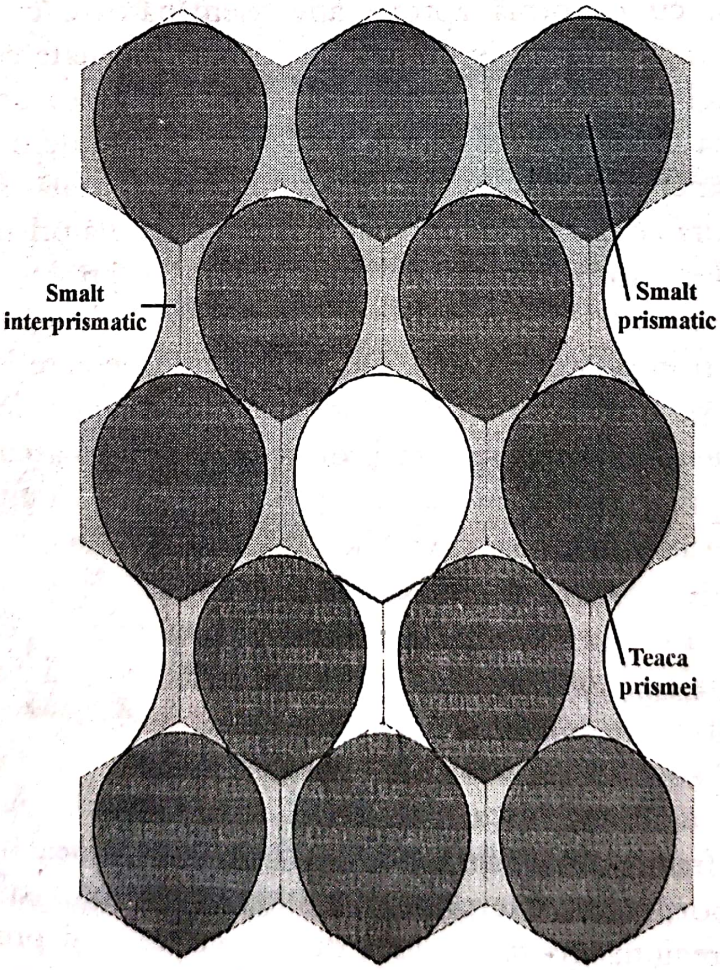


Fig. 2.7. Configuraţia în "gaură de cheie", care indică echivalenţa dintre "cap" şi prisma cilindrică şi, respectiv, "coadă" şi regiunea interprismatică direct cervicală; implicarea unui ameloblast în formarea prismei şi a mai multor ameloblaste în conturarea regiunii interprismatice – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Scanned with OKEN Scanner

4.2. ORIGINEA PRISMELOR

Ameloblastele, prin **prelungirile Tomes**, sunt responsabile de formarea prismelor. Prelungirile Tomes formează în frontul de depunere a smalţului nişte găuri comparate cu nişte "arcade", care reprezintă în fapt viitoarele prisme cilindrice. În timpul secreţiei active, fiecare cavitate a unei viitoare prisme este ocupată de o prelungire Tomes. Această prismă cilindrică este însă înscrisă într-un contur hexagonal, care apare datorită delimitării ariei de smalţ sintetizate de un ameloblast de către ameloblastele vecine. Conturul hexagonal este conferit deci de o suprapunere parţială, ca "solzii de peşte" a ameloblastelor adiacente.

O prismă este formată numai de **un ameloblast** (numărul prismelor din smalţ este egal cu numărul ameloblastelor), dar **o regiune interprismatică** este formată de **1-3 ameloblaste vecine**, puţin înainte de formarea prismei (fig. 2.7., fig. 2.8.). Astfel, diametrul prismei este de 5 μm, corespunzător diametrului ameloblastului cilindric de origine. Totuşi, această dimensiune creşte uşor pe măsură ce prismele se îndreaptă către suprafaţa smalţului.

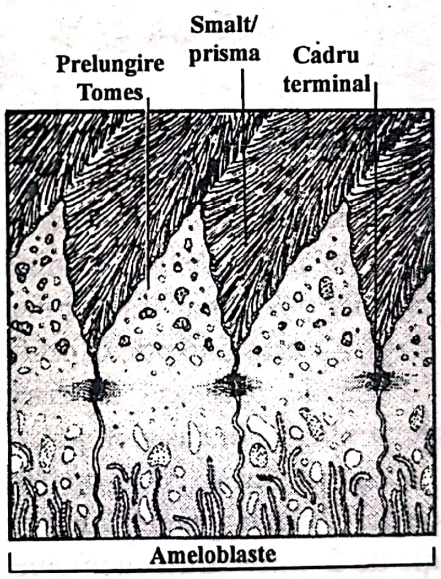


Fig. 2.8. Relaţia dintre prelungirile Tomes şi prismele smalţului – adaptare după (Avery, 1994).

4.3. ORIENTAREA PRISMELOR

Ca **direcţie de dispunere generală**, prismele sunt orientate în direcţie ocluzală, iar regiunile interprismatice corespondente către regiunile cervicale ale coroanei (fig. 2.9.).

În plan longitudinal şi în secţiune longitudinală, prismele au traiect continuu, de la joncţiunea amelodentinară la suprafaţa externă a coroanei. Ele au iniţial un traiect ondulat (treimea internă a smalţului mijlociu), care devine apoi rectiliniu (treimea medie şi externă a smalţului mijlociu). De aceea, în porţiunile cu orientare ondulatorie, lungimea prismelor este mai mare decât grosimea smalţului. Dispoziţia prismelor este perpendiculară pe suprafaţa externă a smalţului, cu excepţia vârfurilor cuspizilor, unde există o uşoară înclinaţie şi a regiunilor cervicale, unde apare o orientare uşor apicală. În

Scanned with OKEN Scanner

secţiune transversală, în cea mai mare arie a smalţului prismele se prezintă într-un aranjament repetitiv intercalat, descris anterior; doar într-o mică arie, în apropiere de joncţiunea amelodentinară pot să apară modificări: aspectul seriat intercalat dispare iar prismele sunt aliniate vertical, unele sub altele.

Fig. 2.9. Smalţ – imagine de ansamblu; aspect caracteristic conferit de dispoziţia prismelor (dinte şlif, x 200).

În plan transversal, prismele formează şiruri dispuse circumferenţial, de jur împrejurul axului longitudinal al dintelui. Şi în acest plan (ca şi în cel longitudinal) direcţia unei prisme, de la joncţiunea amelodentinară spre suprafaţă, nu este dreaptă, ci ondulatorie; excepţie face zona cervicală.

Prismele oscilează în direcţie orizontală la stânga şi la dreapta şi, în direcţie verticală, în sus şi în jos.

Deşi prismele dintr-un şir orizontal au direcţii similare, ele nu au o dispoziţie absolut paralelă ci, la nivelul joncţiunii amelodentinare, există o variaţie de 2^0 între şiruri succesive (fig. 2.10.).

Astfel, considerând un număr n de şiruri s-au observat următoarele:

- în rândul 1 între prisme şi joncţiunea amelodentinară există un unghi drept;
- rândul 2 realizează cu joncţiunea amelodentinară un unghi de 90^0+2^0;
- variaţia pozitivă de 2^0 (iniţial în plus şi apoi în minus) continuă până la rândul 11, maximum ($+10^0$) fiind atins la rândul 6;
- în rîndul 11 unghiul devine din nou drept;
- după rândul 11, variaţia de 2^0 devine negativă (iniţial în minus şi apoi în plus);
- pentru acelaşi număr de şiruri – respectiv 11, maximum (-10^0) este atins la rândul 16.

Această alternanţă, funcţie de o mică diferenţă a unghiurilor, stă la baza unor aspecte morfologice care caracterizează structura smalţului în MO.

Scanned with OKEN Scanner

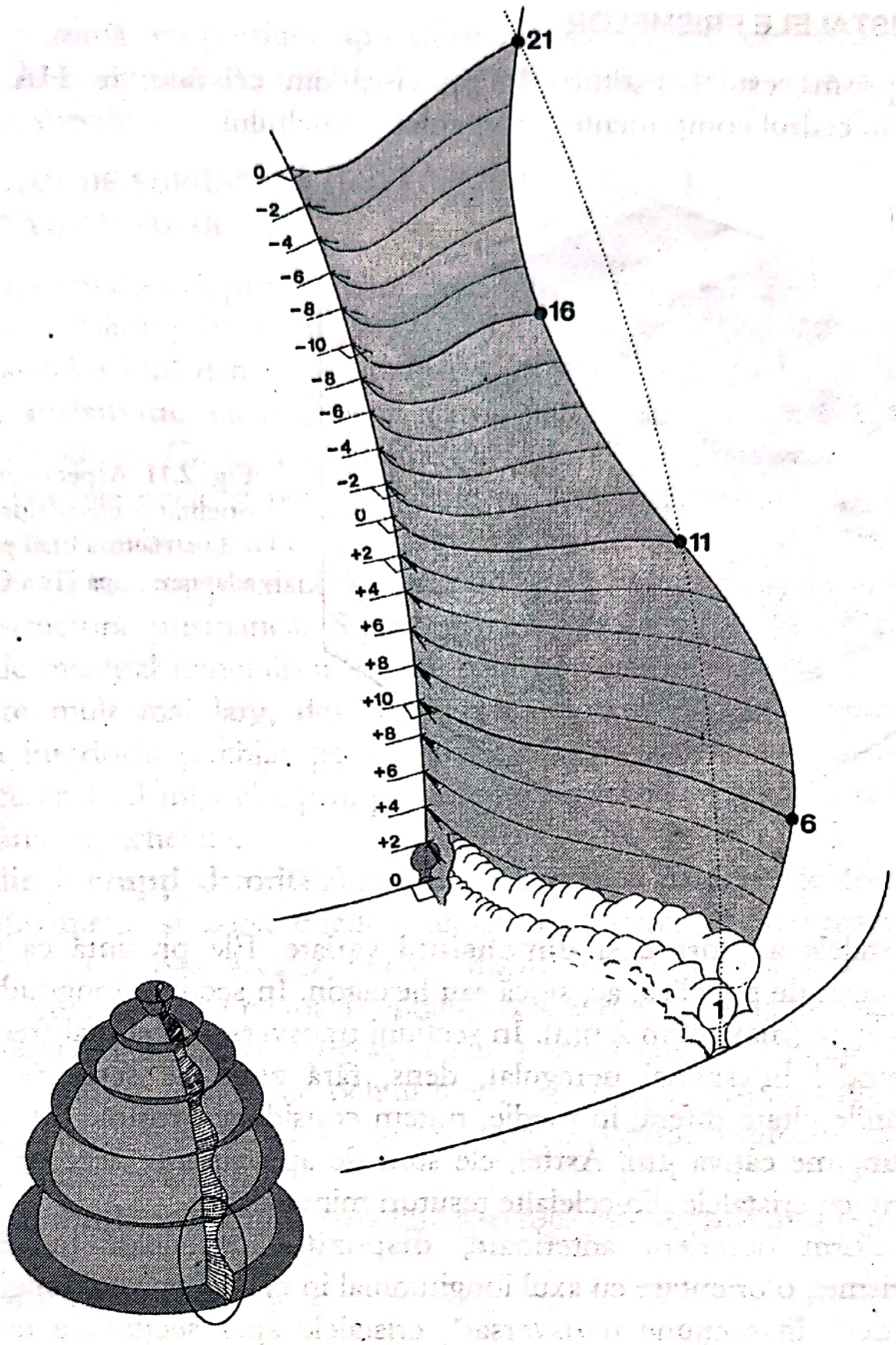


Fig. 2.10. Direcţia de orientare a şirurilor succesive de prisme în raport cu axul longitudinal al dintelui; reprezentarea deviaţiei şirurilor individuale (sub unghiuri diferite), faţă de joncţiunea amelodentinară – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Consideraţii clinice

Cunoaşterea modalităţii de dispunere a prismelor este importantă în practica stomatologică. Este necesară evitarea zonelor subţiri, unde smalţul este deosebit de fragil şi de casant, precum şi a zonelor în care nu există o susţinere corespunzătoare (prin suport elastic) din partea dentinei subjacente – în cazul lezării acesteia. Există, de asemenea, la periferia cavităţilor preparate, riscul menţinerii de prisme "nesusţinute"; deoarece aceste prisme au o rezistenţă foarte scăzută, ele se pot fractura rapid sub acţiunea forţelor masticatorii; în teritoriul astfel afectat, bacteriile au acces şi, colonizând, vor induce dezvoltarea de carii secundare.

Scanned with OKEN Scanner

4.4. CRISTALELE PRISMELOR

Fiecare prismă este constituită în principal din **cristale de HA**, discutate anterior, în cadrul componentei anorganice a smalţului.

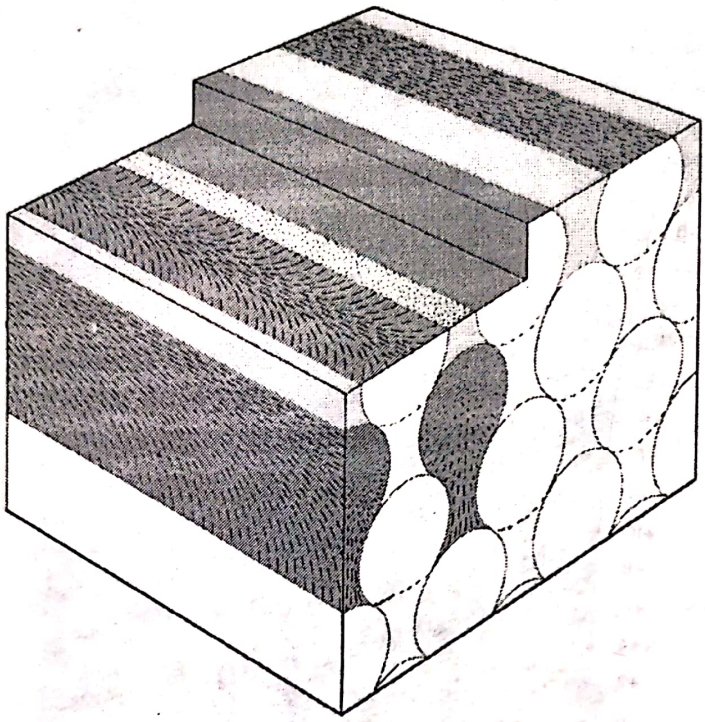


Fig. 2.11. Aspecte diferite în orientarea cristalelor de HA, în structura unei prisme – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Cristalele au **forme** şi **dimensiuni** variate. Ele prezintă ca formă un model elongat de panglică, ac, şipcă sau hexagon. În secţiuni longitudinale sunt uşor distanţate (maximum 2 nm). În secţiuni transversale, cel mai frecvent apar într-un model hexagonal neregulat, dens, fără zone de separare între ele. Dimensiunile citate diferă; în medie, putem considera: grosime 30 nm, lăţime 65 nm, lungime câţiva μm. Astfel, ele sunt de aproximativ zece ori mai mari comparativ cu cristalele din celelalte ţesuturi mineralizate.

Conform descrierii anterioare, **dispoziţia** cristalelor indică: pentru miezul prismei, o orientare cu axul longitudinal în paralel cu axul longitudinal al prismei (deci, în secţiune transversală, cristalele apar secţionate transversal); pentru zona periferică a prismei, o orientare cu axul longitudinal uşor evazat faţă de axul longitudinal al prismei (deci, în secţiune transversală, cristalele apar secţionate oblic); pentru spaţiul interprismatic, o orientare cu axul longitudinal deviat în direcţii diferite faţă de axul longitudinal al prismei (deci, în secţiune transversală, cristalele apar secţionate tot oblic) (fig. 2.11.).

5. PARTICULARITĂŢI STRUCTURALE

Din punct de vedere **topografic**, sunt descrise trei zone diferite: **smalţul de suprafaţă (superficial, extern), smalţul mijlociu** şi **smalţul intern**. Zonele de smalţ superficial şi smalţ intern sunt extrem de reduse. Aria cea mai importantă a smalţului este reprezentată de fapt de smalţul mijlociu care, la

Scanned with OKEN Scanner

rândul lui, prezintă trei porţiuni, aproximativ egale: internă (deasupra smalţului intern), medie şi externă. Pentru fiecare zonă de smalţ există o serie de structuri morfologice specifice.

5.1. SMALŢUL DE SUPRAFAŢĂ (SUPERFICIAL, EXTERN). SUPRAFAŢA SMALŢULUI

La **suprafaţa smalţului**, prismele pot fi neregulate sau pot lipsi complet. Acest fenomen este explicat prin dispariţia prelungirilor Tomes, la finalul amelogenezei. Se descrie astfel o zonă denumită **smalţ extern, smalţ superficial** sau **smalţ de suprafaţă, aprismatic**, cu o grosime care poate atinge, în anumite zone, un maximum de 30 μm. Cu toate că prismele nu mai există, se păstrează orientarea cristalelor, paralele unele şi perpendiculare pe suprafaţa externă. Această zonă este mai puternic mineralizată decât smalţul subjacent.

La **dinţii neerupţi** există un strat de smalţ extern gros de 0,5-1,5 μm, lipsit de structură prismatică. Subjacent, în ME se observă o arie foarte restrânsă de material mineralizat în care sunt prezente cristalitele mici (5 nm), împachetate mult mai larg, destins şi cristale mari, plate, dispuse aleator, printre, în interiorul şi chiar pe suprafaţa cristalitelor mici. Această arie se continuă cu smalţul mijlociu, prin pătrunderea cristalitelor mici între cristalele mari şi strâns împachetate.

La **dinţii erupţi**, datorită abraziunii, eroziunii şi atriţiei, cele două straturi (smalţul aprismatic şi zona imediat subjacentă, formată din cristalite mici) dispar în timp. Cu toate acestea, uneori smalţul extern persistă. Astfel, la dinţii deciduali poate fi menţinut pe toată suprafaţa coroanei, iar la dinţii permanenţi – în aria cervicală/1/3 gingivală (mai frecvent) sau la nivelul cuspizilor (mult mai rar).

Macroscopic, privită cu ochiul liber, suprafaţa smalţului este netedă şi strălucitoare. **Microscopic** însă, aspectul este mai puţin uniform, existând şi modificări datorate vârstei.

Pentru **dinţii neerupţi**, o structură specifică este **membrana Nasmyth**.

5.1.1. Membrana Nasmyth

Membrana Nasmyth apare după formarea completă a coroanei, chiar înainte de erupţie, ca o membrană eozinofilă, delimitând aparent suprafaţa smalţului. Prezenţa ei se explică prin procesul degenerativ pe care îl suferă ameloblastele (pierderea prelungirilor, vacuolizare, neregularitatea conturului celular, modificarea dimensiunilor). Concomitent cu apariţia sa, se depune o matrice organică bazofilă. La sfârşitul procesului de mineralizare, această matrice organică dispare, iar în teritoriul respectiv rămâne numai porţiunea acelulară a membranei Nasmyth, sub forma unei membrane subţiri, astructurate, dense, cu grosime de 1 μm, numită **cuticula primară**. Peste cuticula primară mai poate persista un strat celular restant – **epiteliul redus al organului smalţului**. Pentru epiteliul redus al organului smalţului, studii histochimice recente indică absenţa keratinei şi prezenţa, în schimb, a unei componente carbohidrate, proteinasociate.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru **dinţii erupţi**, trăsăturile caracteristice ale suprafeţei smalţului sunt:

- alternanţa dintre **perikimata şi liniile de suprapunere Pickerill;**
- **terminaţiile prismelor;**
- **lamelele;**
- **fisurile.**

La acestea se mai adaugă apariţia **peliculei câştigate.**

5.1.2. Perikimata şi liniile de suprapunere Pickerill

Depresiunile, denumite **perikimata**, reprezintă în fapt extremităţile de la suprafaţa smalţului ale liniilor Retzius (descrise ulterior) şi au aspectul, pe suprafaţa coroanei, a nervurilor reliefate ale frunzelor. Ele conferă smalţului un relief extern fin ondulat, încreţit, observabil într-o incidenţă optimă de lumină (fig. 2.12.).

Între perikimata există **arii mai ridicate**, mai bombate. Apare astfel o alternanţă de depresiuni (perikimata) şi ridicături (linii Pickerill).

Perikimata şi ridicăturile sunt dispuse continuu de jur împrejurul coroanei, paralel unele cu altele şi cu joncţiunea amelocementară. În ME de baleiaj, se poate identifica clar dispunerea ascendentă, unele faţă de altele, a zonelor succesive de perikimata şi linii Pickerill corespondente. În zona dinspre joncţiunea amelocementară, densitatea pentru perikimata este de 30/mm^2; spre suprafaţa ocluzală, cuspidiană sau incizală, densitatea perikimatelor scade, ajungând până la 10/mm^2 sau perikimata poate să dispară complet, fapt datorat forţelor de masticaţie.

Fig. 2.12. Smalţ – imagine de ansamblu; linii Retzius, perikimata, fisură (dinte şlif, x 200).

Scanned with OKEN Scanner

5.1.3. Capetele terminale ale prismelor

Terminaţiile prismelor se manifestă ca **mici depresiuni** concave, diferite ca formă şi adâncime. Cel mai frecvent ele se observă pe zonele bombate dintre perikimata. Adâncimea lor creşte dinspre zona cervicală spre zona ocluzală/incizală.

5.1.4. Lamelele smalţului

Lamelele sunt structuri subţiri, liniare sau cu aspect de "frunză". Ele se extind de la suprafaţa smalţului spre joncţiunea amelodentinară, uneori chiar pătrunzând în dentină (fig. 2.13). Lamelele sunt orientate longitudinal şi radiar în dinte, în toată grosimea smalţului. Această dispunere explică de ce ele sunt mai evidente în secţiunile transversale.

În esenţă, apar datorită unor **defecte de mineralizare**. Sunt formate, în principal, din material organic, având, implicit, un conţinut mineral redus. În secţiuni şlif pot fi confundate cu fisurile, care apar în urma şlefuirii dintelui. Pe secţiuni şlif, ulterior demineralizate este posibilă diferenţierea dintre lamele şi fisuri: primele persistă, celelalte dispar.

Lamelele se dezvoltă în planurile de tensiune. Când prismele traversează un astfel de plan, un segment scurt al prismei poate să nu fie calcificat în totalitate.

Dacă defectul este foarte sever, poate să apară un spaţiu care se umple fie cu celulele din zona înconjurătoare (la dintele neerupt), fie cu substanţe organice din cavitatea orală (după erupţie).

Se pot diferenţia astfel trei tipuri de lamele:

- **tip A**, formate datorită existenţei unor segmente de prisme slab mineralizate; conţin în principal material organic – proteine ale smalţului;
- **tip B**, formate prin acumularea de celule degenerate;
- **tip C**, formate în dintele erupt (cele mai frecvente), acolo unde spaţiul format într-o zonă slab mineralizată se umple cu material organic probabil de origine salivară.

Lamelele de tip A sunt localizate strict la nivelul smalţului, iar lamelele de tip B şi C se pot extinde şi la nivelul dentinei.

Dacă celulele cu origine în organul smalţului umplu spaţiul creat, cele din zona profundă vor degenera, iar cele apropiate de suprafaţă rămân vitale pentru un timp şi produc o cuticulă keratinizată. În aceste cazuri, partea internă a lamelei conţine un detritus acelular, iar partea externă este constituită dintr-un strat dublu de cuticulă. Dacă ţesutul conjunctiv invadează acest spaţiu, se formează cement. Se pare că aceste defecte pot fi corectate, deoarece celulele şi matricea organică închid defectul, şi, mai mult, poate să apară un grad de mineralizare. S-a sugerat, în trecut, că lamelele pot fi considerate puncte de atac pentru leziunea carioasă, fiind o poartă de intrare pentru bacterii. Actualmente, această ipoteză a fost însă infirmată.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 2.13. Smalţ – imagine de ansamblu; lamelă cu traiect liniar şi tufe, suprajacent joncţiunii amelodentinare (dinte şlif, x 100).

5.1.5. Fisurile smalţului

Fisurile sunt structuri înguste, comparate cu **falii** sau **crăpături**, observabile pe aproape toate secţiunile de smalţ (fig. 2.12.). Ele reprezintă manifestările externe ale lamelelor. Sunt orientate perpendicular pe joncţiunea amelodentinară şi se extind de la suprafaţa smalţului spre profunzime, pe diferite distanţe. De obicei, lungimea lor nu atinge 1 mm, însă pot să apară uneori unele fisuri mai lungi. Fisurile lungi au o grosime mai mare decât cele scurte.

Consideraţii clinice

Prin poziţia lor, fisurile profunde (în special cele dintre cuspizii adiacenţi) favorizează colonizarea bacteriilor, urmată de penetrarea acestora în interiorul smalţului, până la nivelul joncţiunii amelodentinare, şi diseminarea la nivel dentinar. Deoarece dimensiunile fisurii, la suprafaţa smalţului, sunt foarte mici, acest tip de carie se descoperă tardiv, când deja este afectată o zonă extinsă de dentină.

Conduita clinică de prevenire nu este administrarea topică de fluorid, ci aplicarea pe suprafaţa ocluzală a unui strat polimeric, cu rol de închidere a fisurilor.

5.1.6. Pelicula câştigată

Smalţul este acoperit pe întreaga sa suprafaţă de un **"film" de natură organică**, denumit **peliculă dobândită** sau **câştigată**, identificată prin metode chimice, histologice şi histochimice.

Pelicula, formată dintr-un precipitat de proteine salivare, împiedică contactul direct al smalţului cu fluidele din cavitatea orală; apare într-un interval de timp foarte scurt (minute) după curăţarea mecanică a suprafeţei smalţului. Pelicula constituie suportul pe care colonizează placa bacteriană.

Scanned with OKEN Scanner

5.2. SMALȚUL INTERN

Asemănător suprafeței smalțului, unde, în anumite zone lipsește organizarea prismatică, deasupra joncțiunii amelodentinare există o arie de 5 μm de smalț aprismatic. El este denumit **smalț intern**. Apariția smalțului intern este explicată prin absența formării prelungirilor Tomes la momentul depunerii matricei organice a smalțului și mineralizării acesteia.

5.2.1. Joncțiunea amelodentinară

Limita dintre dentină și smalț este denumită **joncțiunea amelodentinară**. În MO, aspectul acestei joncțiuni este ondulat, uneori suprapus, datorită incidenței de secțiune, fiind comparat cu "solzii de pește" (fig. 2.14.). ME relevă prezența unei alternanțe de ridicături reliefate, care determină o puternică adeziune între dentină și smalț.

În relație cu joncțiunea amelodentinară și smalțul intern sunt descrise două elemente structurale specifice smalțului: **fusurile** și **tufele**.

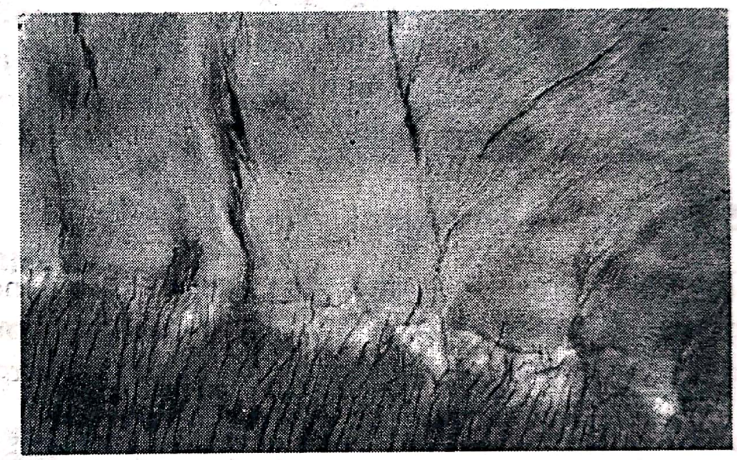


Fig. 2.14. Joncțiunea amelodentinară cu aspect în solzi de pește, fusuri, benzi Hunter-Schreger (dinte șlif, x 400).

5.2.2. Fusurile smalțului

Fusurile smalțului își au originea în dentină. Ele apar în urma pătrunderii unor prelungiri ale odontoblastelor printre ameloblastele suprajacente, anterior momentului în care începe depunerea smalțului. Când smalțul începe să se depună și joncțiunea amelodentinară se formează, prelungirile odontoblastelor rămân "sechestrate" în teritoriul respectiv, se îngroașă ușor în partea centrală, menținându-și cele două capete efilate, și capătă un aspect de fus (fig. 2.15.). Sunt caracterizate printr-un conținut organic crescut comparativ cu zonele de smalț adiacent.

Localizate în relație directă cu joncțiunea amelodentinară, fusurile sunt distribuite la întâmplare, traversează aria redusă de smalț intern și pătrund pe o distanță redusă în smalțul mijlociu. Nu au o orientare precisă și nu urmează direcția prismelor smalțului; deoarece prismele se formează în unghi față de axul ameloblastelor, direcția fusurilor este divergentă față de prisme.

Scanned with OKEN Scanner

Consideraţii clinice

Deoarece fusurile sunt formate prin pătrunderea prelungirilor odontoblastelor în smalţ, se discută despre rolul lor de receptori pentru durere, specifici smalţului. Ar putea fi explicată astfel reacţia de durere şi sensibilitatea pacienţilor apărută în lezarea smalţului din apropierea joncţiunii amelodentinare.

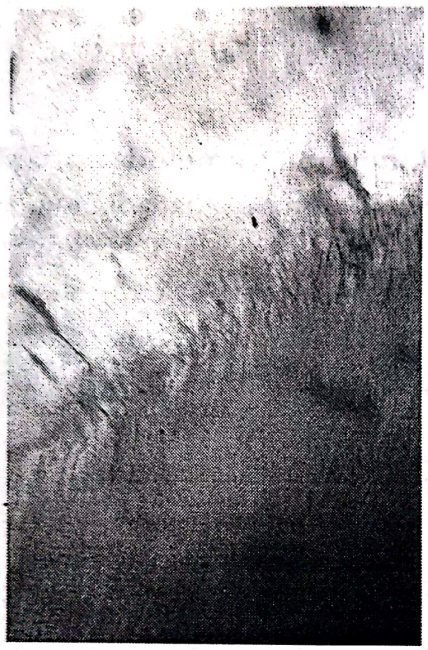


Fig. 2.15. Smalţ – fusurile smalţului (dinte şlif, x 400).

5.2.3. Tufele smalţului

Tufele smalţului se formează în zone în care mineralizarea nu este completă, proteinele smalţului tânăr nefiind complet transformate în timpul maturizării; ele se caracterizează, implicit, printr-un conţinut organic ridicat.

Fig. 2.16. Smalţ – tufele smalţului (dinte şlif, x 200).

La formarea tufelor contribuie şi apariţia unor transformări importante în orientarea unor diferite grupe de prisme, deasupra joncţiunii amelodentinare.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste grupe de prisme prezintă un procent diferit de mineralizare a smalţului prismatic şi a smalţului interprismatic, fapt care conduce la apariţia unor arii mai puţin mineralizate, cu un conţinut organic ridicat. Se pare că există mai multă matrice organică la limitele prismelor respective şi chiar între cristalele prismelor. De aceea, în zonele de localizare a prismelor, materialul organic din smalţ depăşeşte de 3-4 ori cantitatea medie.

Orientarea tufelor este în plan longitudinal, pe aceeaşi direcţie ca şi lamelee, fiind cel mai bine identificabile în secţiuni şlif. Tufele au o formă ramificată, cu o zonă de implantare, ca o rădăcină bazală, la nivelul joncţiunii amelodentinare, sau chiar în dentină; sunt mai înalte comparativ cu fusurile; pornind de la nivelul joncţiunii amelodentinare, ele se extind până în treimea internă a smalţului mijlociu (fig. 2.16.).

5.3. SMALŢUL MIJLOCIU

Smalţul mijlociu reprezintă de fapt aria cea mai extinsă a smalţului şi este caracterizat prin prezenţa prismelor. La nivelul lui se observă o serie de **structuri morfologice specifice** care pot fi atribuite unor modificări apărute în cursul procesului de depunere şi mineralizare a smalţului.

Aceste modificări apar în orientarea prismelor (benzile Hunter-Schreger, smalţul noduros) şi în modelul de creştere a smalţului (striaţiile transversale, liniile Retzius, linia neonatală).

5.3.1. Benzile Hunter-Schreger

Benzile Hunter-Schreger, localizate în treimea internă a smalţului mijlociu, sunt **expresia unui fenomen optic**, sub lumină incidentală în MO. Aspectul este de zone alternante, de benzi luminoase şi întunecate, comparate cu imaginea de "lan de grâu în bătaia vântului" (fig. 2.17.).

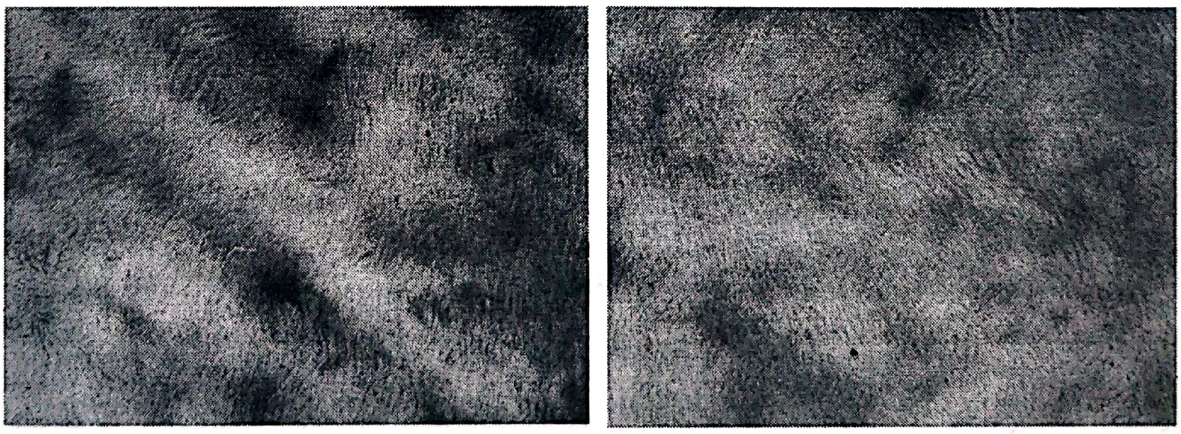


Fig. 2.17. Benzi Hunter-Schreger (dinte şlif, x 400).

Iniţial extrem de evidente, datorită contrastului puternic, benzile Hunter-Schreger diminuă pe măsură ce se orientează către suprafaţa smalţului. Direcţia lor este perpendiculară sau oblică pe liniile Retzius. În ME, aspectul de zone

Scanned with OKEN Scanner

alternante este asemănător, lumina fiind reflectată în mod diferit de cristalele din prisme, în concordanţă cu modificările de orientare a prismelor.

De fapt, benzile Hunter-Schreger se formează datorită variaţiei unghiului de pornire a grupelor de prisme de la nivelul joncţiunii amelodentinare spre exteriorul smalţului; un grup de prisme poate prezenta orientare mezială, iar grupul alăturat – orientare distală, modelul fiind repetitiv, de la zona incizală spre cervix.

Conform terminologiei de limbă franceză, benzile Hunter-Schreger sunt denumite şi **diazone** (benzile întunecate) şi **parazone** (benzile luminoase).

5.3.2. Smalţul noduros

Smalţul noduros apare frecvent la nivelul cuspizilor, unde grupe diferite de prisme au direcţie răsucită, una în jurul celeilalte. La acest nivel, orientarea şirurilor de prisme fiind verticală, ondularea prismelor în sens înainte-înapoi se realizează într-o arie circumferenţială redusă.

5.3.3. Striaţiile transversale

Striaţiile transversale au o **orientare perpendiculară** pe lungimea prismelor smalţului, conferind acestora aspectul unei "scări", unde striaţiile reprezintă treptele (fig. 2.18.).

Aceste structuri indică **depunerea zilnică** de matrice organică şi sunt situate la o distanţă de 4 μm una de alta. Aspectul lor este mai pregnant în zonele mai slab mineralizate.

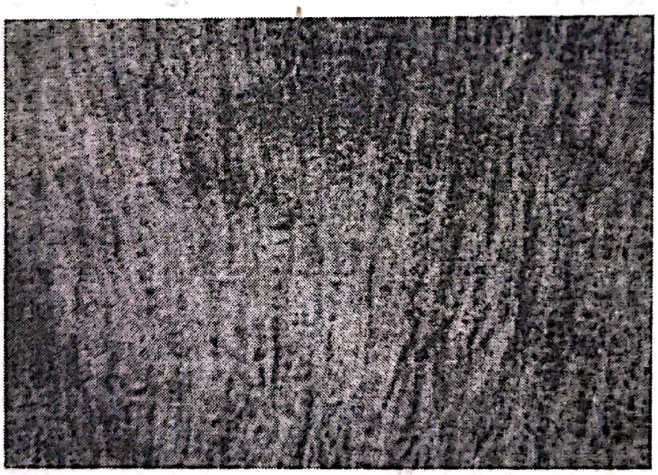


Fig. 2.18. Striaţii transversale periodice, dispuse perpendicular pe axul longitudinal al prismelor (dinte şlif, x 400).

Totuşi, unii specialişti contestă faptul că toate striaţiile transversale observabile pe secţiuni şlif sunt linii de creştere care indică ritmul circadian de depunere. În acest context, pentru o altă explicaţie se ia în discuţie, în afara modificărilor care ţin de fiecare prismă în parte, şi posibilitatea interrelaţiilor (observabile în ME) dintre unele grupe de prisme şi regiunile interprismatice corespondente.

Erorile în interpretare pornesc de la dificultatea obţinerii unor planuri perfecte în secţiune longitudinală.

Scanned with OKEN Scanner

Uneori, ceea ce par a fi striaţii transversale pe prisme secţionate longitudinal sunt în realitate grupuri de prisme secţionate oblic. Acest fapt este demonstrat de ME care relevă că ceea ce în MO par a fi prisme secţionate longitudinal sunt, de fapt, prisme (în şiruri orizontale) secţionate oblic, iar striaţiile transversale sunt, de fapt, secţiunile prin regiunile interprismatice care se succed, de asemenea, la acelaşi interval de 4 μm.

5.3.4. Liniile Retzius

Liniile Retzius indică fronturile de **creştere săptămânală** a smalţului.

În secţiune longitudinală ele se observă sub forma unor **linii întunecate, paralele**, dispuse la anumite intervale, orientate de la joncţiunea amelodentinară spre suprafaţa smalţului (fig. 2.12.).

Apare astfel un **model arciform** care traversează regiunile cuspidiene şi incizale ale dinţilor. Liniile iniţiale formează un arc complet, apoi, pe măsură ce coroana se formează, în ariile cervicale apar linii în semiarc, dispuse oblic şi paralel spre suprafaţă.

În zonele cervicale, limitele externe ale liniilor Retzius (semiarcuri) determină apariţia la suprafaţa smalţului a perikimatelor, între care există liniile de suprapunere Pickerill.

În secţiune transversală apar sub formă de **inele concentrice**, comparate cu inelele de creştere de pe tulpinile tăiate ale copacilor (fig. 2.19.).

Fig. 2.19. Linii Retzius paralele, sub formă de inele concentrice, benzi Hunter-Schreger (dinte şlif, x 200).

Liniile Retzius sunt caracteristice pentru smalţul dinţilor permanenţi; precoce în formarea smalţului, primele linii apar în ariile incizale şi cuspidiene, unde, de altfel, apare modelul arciform complet. Ele sunt mai puţin evidente în dinţii deciduali şi rare în dinţii neerupţi.

În cazul în care liniile Retzius au un aspect mai accentuat, ele traduc expresia unor anumite modificări induse în procesul amelogenezei de stări patologice, sau de nutriţie.

Formarea striilor Retzius se datorează unei constricţii temporare a prelungirilor Tomes, concomitent cu o creştere a ariei secretorii responsabile de producerea smalţului interprismatic.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste procese determină schimbări în structura smalţului. Se pare că la nivelul striilor Retzius împachetarea cristalelor este mai neregulată, numărul de cristale din prisme este mai scăzut, astfel că se descrie un fenomen de "îndoire" a prismelor în momentul traversării liniilor Retzius.

5.3.5. Linia neonatală

Linia neonatală este o **linie Retzius** extrem de **accentuată**, care indică limita de demarcaţie dintre smalţul depus prenatal şi cel postnatal.

Ea reflectă **modificările fiziologice** la care este supus organismul postpartum, în special cele datorate schimbării modalităţii de nutriţie, precum şi încetinirii temporare a dezvoltării.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 3

DENTINA

1. CONSIDERAŢII GENERALE 50
2. PROPRIETĂŢI FIZICE 50
3. PROPRIETĂŢI CHIMICE – COMPOZIŢIA DENTINEI 52
3.1. Componenta anorganică 52
3.1.1. Distribuţia elementelor anorganice 52
3.1.2. Cristalul de HA 53
3.2. Componenta organică 53
3.2.1. Colagenul dentinar 54
3.2.2. Compuşi organici noncolagenici 54
3.2.2.1. Fosfoproteinele 54
3.2.2.2. Gla-proteinele 55
3.2.2.3. Proteoglicanii 55
3.2.2.4. Glicoproteinele acide 56
3.2.2.5. Factori de creştere 57
3.2.2.6. Lipidele 57
3.2.2.7. Alte componente 57
4. STRUCTURA DE BAZĂ –TUBULII DENTINARI 57
4.1. Originea tubulilor dentinari 57
4.2. Orientarea tubulilor dentinari 58
4.3. Numărul tubulilor dentinari 59
4.4. Forma tubulilor dentinari 60
4.5. Conţinutul tubulilor dentinari 61
4.6. Dentina peritubulară/intratubulară 64
4.7. Dentina intertubulară 65
4.8. Teaca Neumann 66
5. PARTICULARITĂŢI STRUCTURALE 66
5.1. Joncţiuni 66
5.1.1. Joncţiunea amelodentinară 66
5.1.2. Joncţiunea dentinocementară 66
5.2. Tipuri de dentină în funcţie de localizare 67
5.2.1. Dentina intratubulară/peritubulară. Dentina intertubulară 67
5.2.2. Dentina manta 67
5.2.3. Dentina circumpulpară 67
5.3. Tipuri de dentină în funcţie de modelul de mineralizare 68
5.3.1. Predentina 68
5.3.2. Dentina globulară 68
5.3.3. Dentina interglobulară 68
5.3.4. Stratul granular Tomes 69

Scanned with OKEN Scanner

5.4. Tipuri de dentină în funcție de modelul de dezvoltare 70
5.4.1. Terminologie 70
5.4.2. Dentina primară 70
5.4.3. Dentina secundară 71
5.4.4. Dentina terțiară 73
5.5. Dentina sclerotică 73
5.6. Linii de creștere 74
6. SENSIBILITATEA DENTINEI 75
6.1. Teoria inervației directe 75
6.2. Teoria transducției 75
6.3. Teoria hidrodinamică 75

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Dentina, varietate de **țesut conjunctiv dur, mineralizat**, formează structura internă a dintelui: Este situată subjacent smalțului, la nivel coronar și subjacent cementului, la nivel radicular, și delimitează în interior miezul dintelui – camera pulpară.

Dentina se depune în cursul dezvoltării dintelui prin procesul de **dentinogeneză**. Celulele responsabile sunt **odontoblastele**, celule ale papilei dentare, de origine ectomezenchimală, diferențiate sub influența relațională a celulelor epiteliului intern al organului smalțului. Odontoblastele sunt viabile pe toată durata de existență a dintelui; astfel, dentinogeneza are un caracter permanent.

În acest context, în cadrul procesului de dentinogeneză, între pulpa dentară și dentină există o interdependență morfofuncțională, motiv pentru care literatura de specialitate tratează, de cele mai multe ori, **complexul dentină-pulpă** sau **complexul pulpodentinar** ca pe un **ansamblu structural singular**.

Gradul de mineralizare al dentinei este mai mic decât al smalțului; astfel componenta anorganică reprezintă 70%, componenta organică – 20%, iar 10% este reprezentat de apă, adsorbită pe suprafața cristalelor de HA sau liberă, în spațiul interstițial dintre acestea.

Structural este constituită din **tubulii dentinari**. Tubulul dentinar reprezintă **unitatea morfofuncțională** a dentinei; arhitectonia sa se edifică în jurul prelungirilor specializate ale odontoblastelor, ca un spațiu tunelar.

Morfologic, există particularități pentru interiorul tubulului dentinar, pentru dentina intratubulară/peritubulară și pentru dentina intertubulară.

2. PROPRIETĂȚI FIZICE

Dentina se caracterizează prin **duritate, elasticitate, permeabilitate, culoare**.

Scanned with OKEN Scanner

- **Duritatea**

Duritatea dentinei este mai mică faţă de smalţ, dar mai mare comparativ cu cementul şi osul. Numărul de duritate Knoop (KHN) este 70, măsurat la nivelul joncţiunii amelodentinare. Duritatea scade din exterior spre interior, astfel încât la nivelul joncţiunii dentină-pulpă KHN este 20. Între dinţi de diferite tipuri, sau între dentina coronară şi cea radiculară, diferenţele de duritate sunt minime sau nule. Totuşi în ansamblul dentinei pot să apară zone limitate cu duritate diferită: dentina sclerotică este extrem de dură (KHN 80), iar dentina carioasă are un grad de duritate scăzut (KHN 25).

- **Elasticitatea**

Elasticitatea sa, demonstrată, este importantă pentru a oferi un suport pentru smalţ. Comparaţia clasică consideră dentina o "pernă" pentru smalţul extrem de fragil care o acoperă. Sunt atenuate astfel presiunile mari care se exercită în procesul de masticaţie pe întreaga suprafaţă a dintelui, permiţând o anume flexibilitate. Aici intervine şi conţinutul organic relativ ridicat comparativ cu smalţul, care face posibilă deformarea uşoară în urma compresiei, precum şi fluidul existent în tubulii dentinari care vor funcţiona ca "absorbanţi de şoc hidraulic", disipând forţele masticatorii. Elasticitatea scade odată cu vârsta, în special în ariile de dentină scleroasă, fapt ce conduce la apariţia unei relative fragilităţi dentinare.

- **Permeabilitatea**

Permeabilitatea este înaltă, dar scade cu vârsta. Ea este datorată structurii tubulare, substanţele fluide putând să circule prin tubulii dentinari, de la pulpă spre joncţiunea amelodentinară sau, dacă smalţul este lezat, de la joncţiunea amelodentinară spre pulpă.

Consideraţii clinice

Consecutiv lezării smalţului, permeabilitatea crescută intensifică dezvoltarea proceselor carioase şi amplifică modul de răspuns al pulpei la acţiunile restaurative. Reducerea dimensiunilor tubulilor dentinari prin scleroză tubulară sau prin aplicare de materiale restaurative la baza cavităţilor preparate, precum şi "sigilarea" tubulilor dentinari, ca urmare a unor proceduri stomatologice (pilire/lustruire), scade permeabilitatea dentinară, contribuind la prelungirea vitalităţii pulpare. Totuşi, formarea fluidului dentinar sub cavităţile preparate poate afecta fixarea agenţilor de restaurare dentinară.

- **Culoarea**

Culoarea dentinei este alb-gălbuie şi, datorită gradului de transparenţă al smalţului, culoarea dentinei este responsabilă de culoarea dintelui, mai exact a coroanei. Culoarea diferă la dentiţia primară, faţă de dentiţia permanentă. Conţinutul său mineral, mai redus decât al smalţului, o face mai radiotransparentă pentru radiaţii decât smalţul şi aproape invizibilă la fotografii cu raze X şi sub fluoroscopie, dar este mai radioopacă decât osul. Este birefringentă în lumină polarizată datorită efectului pozitiv al matricei organice şi efectului negativ al matricei anorganice.

Scanned with OKEN Scanner

Considerații clinice

Afectarea patologică a pulpei determină modificări de culoare la nivelul dentinei, care se reflectă în culoarea dintelui, la nivel coronar.

3. PROPRIETĂȚI CHIMICE

Din punct de vedere chimic dentina este formată din: 70% **componentă anorganică**, 20% **componentă organică**, 10% **apă**. Echivalentul volumetric al acestor componente ocupă 45% pentru componenta anorganică, 33% pentru componenta organică și 22% pentru apă.

3.1. COMPONENTA ANORGANICĂ

3.1.1. Distribuția elementelor anorganice

Principalele **elemente anorganice** prezente în dentină sunt **calciul** și **fosforul**.

Fosforul este prezent sub formă de ioni ai acidului fosforic (PO_4^{-3}, HPO_4^{-2}) sau ca pirofosfat (cel mai frecvent în forma $HP_2O_7^{-3}$ la pH neutru, cu efect important în cristalizarea unora din fosfații octocalcici).

Elemente anorganice precum magneziul, carbonatul, sodiul, clorul și potasiul există în cantități mai mici.

Cantități foarte mici, considerate ca și urme fine, sunt prezente pentru următoarele elemente: fluor, fier, zinc, stronțiu, aluminiu, bariu, plumb, platină, argint, siliciu, titaniu, wolfram și vanadiu.

- **Calciul, fosforul, sodiul și clorul**

Numeroase studii asupra concentrației acestor elemente afirmă că principalii constituenți (**calciul**, **fosforul**) sunt în concentrație mai mare în dentină comparativ cu cementul sau osul, dar mai mici decât în smalț. Acest lucru este valabil și pentru **sodiu** și **clor**. Astfel, dentina este un țesut dur, mai puțin mineralizat față de smalț (raportul Ca/P fiind mai mic decât în smalț) dar mai intens mineralizată față de cement și os. Diferența de mineralizare se observă și pe radiografii unde, după cum s-a specificat la proprietățile fizice, dentina apare mai radiotransparentă (întunecată) decât smaltul și mai radioopacă (luminoasă) decât cementul și osul.

Deși la ora actuală nu există un consens general, se pare totuși că aceste elemente anorganice principale sunt mai concentrate în dentina coronară decât în dentina radiculară. Alte diferențe există în raportul dintre fosfați și calciu, care variază în dentina intratubulară (1:2,14) și în dentina intertubulară (1:2,10) cu o medie totală de 1:2,13.

- **Fluorul, zincul și plumbul**

Dintre multiplele elemente anorganice existente în cantități foarte mici în dentină, numai **fluorul**, **zincul** și **plumbul** sunt prezente în cantități suficiente pentru a permite determinarea concentrației și distribuției lor. Datorită faptului

Scanned with OKEN Scanner

că reduce solubilitatea, **fluorul** este cel mai important dintre aceste trei elemente. Concentraţia fluorului este de 2-3 ori mai mare decât în smalţ; este, de asemenea, mai mare în dentiţia permanentă faţă de dentiţia primară. Ca localizare, fluorul se găseşte în concentraţie crescută înspre pulpă. Acest fapt poate fi atribuit apropierii sale de sistemul circulator. Deşi incorporarea fluorului în matricea dentinară are loc în timpul procesului de mineralizare, concentraţia sa scade cu vârsta, prin ingestia de alimente şi apă potabilă. **Zincul** şi **plumbul** cresc în concentraţie cu vârsta iar cantitatea lor depinde de nivelul de ingestie. Distribuţia zincului este similară cu cea a fluorului, iar plumbul este uniform distribuit în dentină, remarcându-se doar o uşoară creştere în aria de lângă pulpă. Rolul exact al acestor elemente este încă necunoscut.

3.1.2. Cristalul de HA

Componenta anorganică a dentinei constă, ca şi în cazul smalţului, cementului şi osului, dintr-o **apatită biologică**, reprezentată în esenţă de o sare de fosfat calcic (**fosfat tricalcic**) cu o mare similitudine în compoziţie cu **HA calcică** – $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$.

Formarea cristalului de HA a fost prezentată în cadrul componentei anorganice a smalţului (vezi capitolul **Smalţul**). Există însă o serie de diferenţe. Pentru HA din dentină, **forma** cristalelor este de plăcuţe turtite/aplatizate, iar **dimensiunile** cristalelor sunt: 300-700 Å lungime, 100-300 Å lăţime şi 25-50 Å grosime.

Reamintim că HA pură diferă de HA reală prin trei elemente: prezenţa unei componente nonapatitice adiţionale (fosfat de calciu amorf, carbonat); adsorbţia pe aria de suprafaţă mare a cristalelor de HA a unor ioni adiţionali sau a unor molecule; existenţa situsurilor de substituţie şi a legăturilor vacante.

În ceea ce priveşte prezenţa unei componente adiţionale nonapatitice, efecte ale difracţiei cu raze X la nivelul dentinei (în principal o lipsă de intensitate la nivelul liniilor de apatită) au fost interpretate ca dovezi pentru existenţa de fosfat calcic în formă amorfă. Se pare că, în dentină (spre deosebire de smalţ) cel puţin o parte din ionii CO_3^{2-} sau HCO_3^- sunt asociaţi cu faza amorfă. Mai mult, ionii de legătură care nu se substituie în structură moleculară a apatitei pot să existe în faza amorfă: Ca^{2+}, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Mg^{2+}. Raportul molecular Ca/P în fosfatul de calciu amorf sintetic este foarte variabil, deşi o valoare de aproximativ 1,5 apare frecvent. Astfel, prezenţa fazei amorfe poate explica, cel puţin parţial, variabilitatea raportului Ca/P în dentină (şi os). S-a sugerat că faza amorfă în ţesuturile dure poate fi stabilizată de pirofosfat sau ion pirofosfat, în aceeaşi manieră ca şi în analogii sintetici.

3.2. Componenta organică

Componenta organică reprezintă miezul dentinei.

Matricea organică este intens bazofilă, metacromatică (cu albastru de metilen şi albastru de toluidină la pH 2,6 şi 3,6), şi prezintă o reacţie intens pozitivă cu albastru alcian la pH de 2,6 (prin conţinutul important în glicozaminoglicani acizi).

Scanned with OKEN Scanner

3.2.1 Colagenul dentinar

Studii de specialitate raportează în structura acesteia un procent de **91-92%** de **colagen**, predominant de tip I, în foarte mici cantităţi de tip V. **Colagenul tip I** realizează **cadrul organizatoric** al matricei organice dentinare, conferind forţă şi elasticitate, şi este considerat un element de bază în formarea cristalelor de HA, prin rolul probat în iniţierea mineralizării. Colagenul dentinar se caracterizează prin conţinutul predominant în patru aminoacizi: glicină, prolină, lizină şi hidroxilizină, care reprezintă aproape două treimi din ansamblul total al aminoacizilor. Compoziţia este similară cu a colagenului tip I prezent în alte localizări, cu excepţia diferenţei în raportul hidroxilizină/lizină; colagenul dentinar este extrem de bogat în hidroxilizină. Moleculele de colagen conţin două clase de lanţuri α, fiecare determinată de o genă diferită. Aceste molecule se asamblează într-o modalitate tipică, pentru a forma fibre de colagen foarte groase, cu diametru semnificativ, prezentând bandare încrucişată distinctă.

Colagenul tip V conţine cantităţi importante de hidroxilizină şi hidroxilizină glicozilată şi cantităţi reduse de alanină. Formează fibrile foarte fine, cu o periodicitate de 67 nm, şi se găseşte asociat colagenului tip I.

3.2.2. Compuşi organici noncolagenici

Alături de colagen există o serie largă de **macromolecule** dentinare **noncolagenice**: **fosfoproteine, proteoglicani,** proteine conţinând γ-carboxiglutamat (**Gla-proteine**), diverse **glicoproteine acide, factori de creştere, lipide** şi **proteine** derivate din ser. Proteinele noncolagenice sunt implicate în controlul iniţierii şi creşterii cristalelor de HA.

3.2.2.1. Fosfoproteinele

Fosfoproteinele ocupă un loc important în cadrul proteinelor noncolagenice. Sunt proteine în care grupul hidroxil al serinei şi, mai puţin, cel al treoninei, este esterificat cu acid fosforic; caracterul puternic acid este prezent deoarece fiecare grup fosfat menţine ataşate două grupări acide. Au o compoziţie neobişnuită, deoarece aproximativ 50% din resturile de aminoacizi sunt serină şi 40% sunt acid aspartic; 90% din resturile de serină vor fi fosforilate, astfel încât aceste proteine conţin, în aproximativ 26% din greutatea lor, fosfor. Ele devin astfel proteinele cu cel mai acid caracter din cele cunoscute în prezent. Această structură este responsabilă de afinitatea ridicată pentru calciu şi alţi ioni.

- **Fosfoforina**

Reprezentantul principal este **fosfoforina**, o fosfoproteină puternic fosforilată, particulară pentru dentină (aproximativ 50% din totalul proteinelor noncolagenice).

Fosfoforina este asociată numai cu matricea mineralizată; ea nu se găseşte în predentină. Este produsă de odontoblastele complet diferenţiate,

Scanned with OKEN Scanner

fiind transportată de-a lungul prelungirilor odontoblastice şi este depusă la nivelul frontului de mineralizare, în regiunile gap ale colagenului. Prezenţa, respectiv absenţa sa, dovedeşte o diferenţă calitativă între matricile organice ale dentinei şi predentinei, precum şi rolul prelungirilor odontoblastelor în menţinerea acestor diferenţe.

Fosfoforina are capacitatea de a lega calciul cu mare afinitate, de unde rolul inductiv în mineralizare. De asemenea, se ia în discuţie posibilitatea de a interveni în viteza cu care se desfăşoară procesul de mineralizare: acest fapt ar explica prezenţa fosfoforinei la frontul de mineralizare al dentinei, care se mineralizează rapid, şi absenţa în osul compact, care se mineralizează mai lent. Mecanismul prin care fosfoforina ar grăbi mineralizarea se bazează pe formarea unei configuraţii extinse a proteinei, ale cărei sarcini negative ar putea forma complexe de calciu cu durată de viaţă lungă; astfel ar fi posibil transportul rapid al ionilor de calciu la locul de mineralizare, printr-un proces de difuzie facilitată.

Dentina radiculară posedă 50% din conţinutul de fosfoproteine al dentinei coronare, în special al celei asociate smalţului; semnificaţia funcţională a acestor diferenţe nu este cunoscută.

3.2.2.2. Gla-proteinele

Gla-proteinele sunt proteine specifice osului şi dentinei, care conţin un aminoacid unic, **acidul γ-carboxiglutamic**. În formarea lor, unele din grupările laterale de acid glutamic sunt γ-carboxilate, reacţia de carboxilare fiind dependentă de vitamina K; grupările carboxil adiacente conferă acestor proteine capacitatea de a lega calciul. Nivelele circulante ridicate indică o creştere a activităţii osteoblastice sau odontoblastice.

Tipurile identificate sunt: gla-proteina osoasă (osteocalcina) şi gla-proteina de matrice.

Gla-proteinele din os şi cele din dentină prezintă o mare similitudine, probată la diverse specii, similitudine care ajunge până la omologia între secvenţe de aminoacizi. Existenţa gla-proteinelor este variabilă: ele pot fi prezente în dentina unor anumite specii, şi absente în dentina altora.

Gla-proteina de matrice apare în dentină în concentraţii comparabile cu cele din os.

Osteocalcina a fost localizată în prelungirile odontoblastelor, şi, datorită caracterului său anionic şi proprietăţilor de legare a calciului, se pare că are un rol semnificativ în mineralizare, prin reglarea nivelelor locale de calciu.

3.2.2.3. Proteoglicanii

Proteoglicanii sunt molecule mari, formate din **glicozaminoglicani sulfataţi** care stabilesc legături covalente cu un miez proteic; construcţia unor proteoglicani (aggrecanul) se poate face prin ataşare la acidul hialuronic, prin proteine speciale de legătură. **Glicozaminoglicanii** cel mai frecvent implicaţi sunt: condroitin-4-sulfat, condroitin-6-sulfat, dermatansulfat şi keratansulfat.

Scanned with OKEN Scanner

Proteoglicanii din ţesuturile mineralizate au o greutate moleculară mai mică decât cei din alte ţesuturi. Sinteza lor se produce la locul de mineralizare. Aici, unii proteoglicani (care conţin condroitinsulfat) pot inhiba mineralizarea, alţii leagă calciul relativ nespecific şi pot induce formarea cristalelor de HA.

În predentină reprezintă componentul noncolagenos principal, proteoglicanii de la acest nivel fiind considerabil mai mari decât cei din dentină, iar cantitatea totală de proteoglicani de la acest nivel fiind mult mai mare decât în dentină. Acest fapt se leagă de existenţa în predentină a unor enzime capabile să degradeze miezul proteic al proteoglicanilor. În plus, capacitatea unor proteoglicani de a se asocia cu colagenul sugerează o posibilă contribuţie la fibrilogeneză.

La nivel dentinar au fost identificaţi: **decorinul** – proteoglican mic, asociat frecvent cu fibrele de colagen, **biglicanul** – proteoglican care conţine două lanţuri laterale de glicozaminoglicani.

3.2.2.4. Glicoproteinele acide

Glicoproteinele acide sunt reprezentate de osteonectină, osteopontină, sialoproteina dentinară şi proteine de 65 kDa şi 90 kDa.

Osteonectina este o glicoproteină fosforilată cu greutate moleculară de 32 kDa, observată iniţial în os. Există şi într-un mare număr de ţesuturi nemineralizate, dintre care în particular în predentină. Prezintă situsuri de cuplare pentru colagenul tip I, proteoglicani şi receptori membranari celulari din familia integrinelor. Se leagă puternic de calciu şi de suprafeţele de HA, inhibând mineralizarea; se leagă nespecific de colagen, complexele osteonectină-colagen având capacitatea de a iniţia nucleaţia minerală din soluţiile "submetastabile" conţinând ioni de calciu şi ioni fosfat şi de a stimula mineralizarea; legarea de HA şi colagen poate fi simultană.

Osteopontina, altă glicoproteină fosforilată, asociată cu prelungirile odontoblastelor, conţine o secvenţă de legare a receptorului integrină-RGD (arginină-glicină-acid aspartic), receptor localizat pe suprafaţa celulară, responsabil de asocierea celulei cu matricea extracelulară. Are astfel rol în legarea matricei de membrana celulară a odontoblastelor. De asemenea, prezintă situsuri de legare pentru HA.

Sialoproteina dentinară (identificată la şobolan) este o glicoproteină bogată în acid sialic, cu greutate moleculară 53 kDa, formată din 366 aminoacizi, cu numeroase situsuri aminoglicozilate potenţiale şi situsuri de fosforilare. Este sintetizată de odontoblastele tinere şi mature, de celulele pulpei dentare şi uneori de preameloblaste; expresia sa tranzitorie în preameloblaste sugerează rolul interacţiunilor epitelio-mezenchimale în formarea dintelui. Prezintă situsuri de legare pentru componentele matricei extracelulare şi pentru receptorii membranari celulari din familia integrinelor.

Rolul funcţional al **proteinelor de 65-90 kDa** nu este cunoscut; cea de **90 kDa** este prezentă în cantităţi mai mari în dentina radiculară, comparativ cu dentina coronară.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.2.5. Factori de creştere

Factori de creştere, cu rol în stimularea diferenţierii celulelor nediferenţiate, pot fi prezenţi: **TGFβ, factori de creştere insulin-like, proteina morfogenică** – factor inductor pentru cartilagiu, **PDGF**.

Aceşti factori de creştere au rol în realizarea unui răspuns la leziuni, inducând formarea (proliferarea şi diferenţierea) de noi odontoblaste în cursul procesului de reparaţie.

Proteine specifice cartilagiului au fost identificate în cantităţi mici în dentină, fiind secretată de odontoblastele reparative; această activitate tranzitorie, reparativă, este comparată cu formarea calusului cartilaginos din vindecarea unui os fracturat, ca răspuns la factorii de inducere pentru cartilagiu, prezenţi în matrice; prezenţa ei pledează pentru o asemănare între dentină şi os.

3.2.2.6. Lipidele

Lipidele constituie o componentă minoră a dentinei (0,1% din greutatea totală) şi nu sunt prezente sub formă specifică, ci ca şi colesterol, colesterol esterificat şi fosfolipide. Ca şi fosfolipide, participă la iniţierea mineralizării prin formarea de complexe calciu-fosfolipide, în special la nivelul frontului de mineralizare.

3.2.2.7. Alte componente

Proteinele serice sunt reprezentate de **albumine serice** şi **glicoproteina** α2HS. Semnificaţia lor funcţională este necunoscută.

Fosfataza alcalină este prezentă în predentină şi în tubulii dentinari.

Citratul (în cantitate relativ mare, 0,9% din greutate) poate să apară prin coprecipitarea accidentală cu cristalele de HA.

4. STRUCTURA DE BAZĂ – TUBULII DENTINARI

Unitatea morfofuncţională a dentinei este reprezentată de **tubulul dentinar.**

Vom discuta **originea, orientarea, numărul, forma** tubulilor dentinari, **conţinutul** acestora, **dentina intratubulară** şi **dentina intertubulară.**

4.1. ORIGINEA TUBULILOR DENTINARI

Formarea tubulilor dentinari este strict legată de existenţa **prelungirilor odontoblastice**, numite în trecut şi fibre Tomes (fig. 3.1.).

Odontoblastele realizează un strat celular la nivelul suprafeţei interne a dentinei, la joncţiunea dentină-pulpă.

Numai prelungirile odontoblastice vor traversa întreaga suprafaţă a dentinei, într-un canal îngust – **tubulul dentinar** şi vor fi înglobate astfel în matricea mineralizată (fig. 3.2.).

Tubulii dentinari, prezenţi în toată suprafaţa dentinară, realizează de fapt structura dentinei.

Scanned with OKEN Scanner

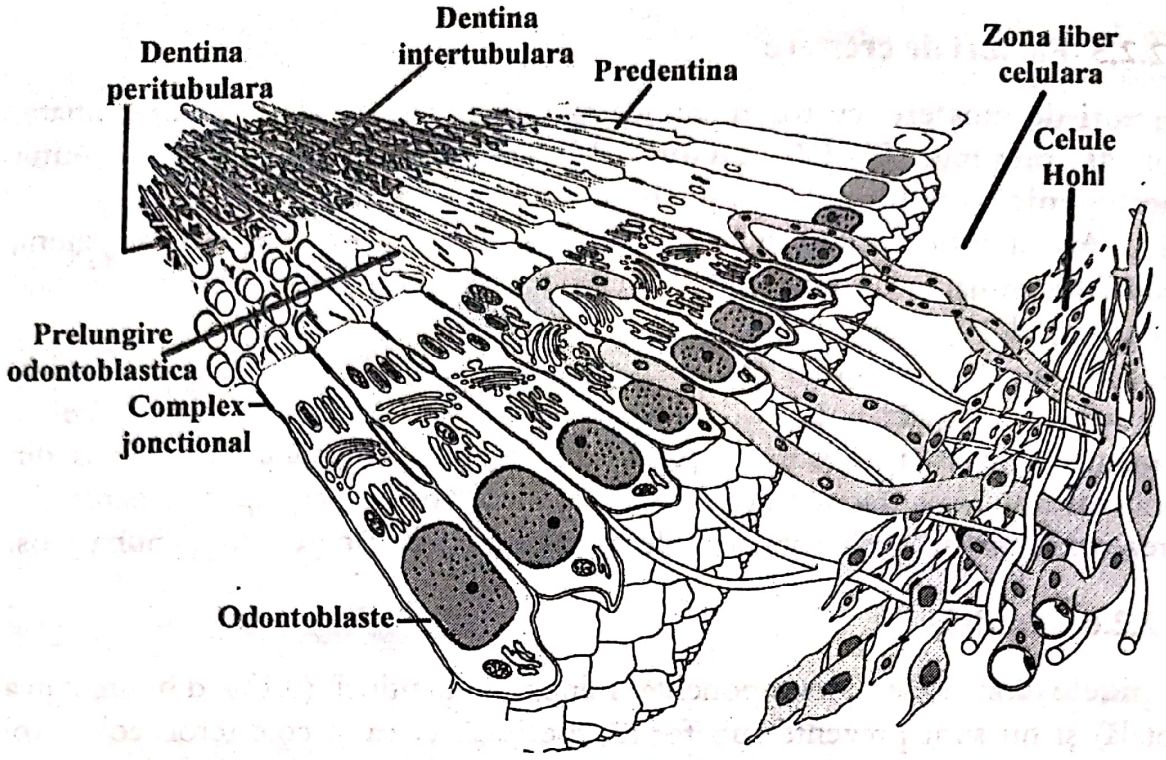


Fig. 3.1. Relaţia dintre prelungirile odontoblastice şi tubulii dentinari – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Fig. 3.2. Tubuli dentinari – secţiune longitudinală; prelungiri odontoblastice în interiorul tubulilor, dentină peritubulară şi intertubulară (dinte demineralizat, HE, x 200).

4.2. ORIENTAREA TUBULILOR DENTINARI

Modul în care sunt orientaţi tubulii dentinari reflectă **direcţia de dispunere** şi mişcare a odontoblastelor în procesul de dentinogeneză.

La nivel coronar specific dentinei este traiectul dublu curbat, în "S", cu orientare de la joncţiunea amelodentinară la frontul de mineralizare (fig. 3.3.). Această dublă curbură se numeşte primară şi se datorează aglomerării odontoblastelor, în retragerea lor spre centrul pulpei. Prima convexitate a

Scanned with OKEN Scanner

curbei este îndreptată înspre suprafaţa incizală/ocluzală a dintelui, iar a doua convexitate spre apexul rădăcinii.

Fig. 3.3. Tubuli dentinari orientaţi în "S" – prima convexitate a curbei, orientată spre joncţiunea amelodentinară (dinte şlif, x 200).

Curbura este mai puţin evidentă la nivelul dentinei radiculare unde, în treimea cervicală tubulii dentinari devin mai drepţi, mai neondulaţi (fig. 3.4.). Acelaşi aspect aproape rectiliniu al tubulilor dentinari se observă la nivelul marginilor incizale/cuspale.

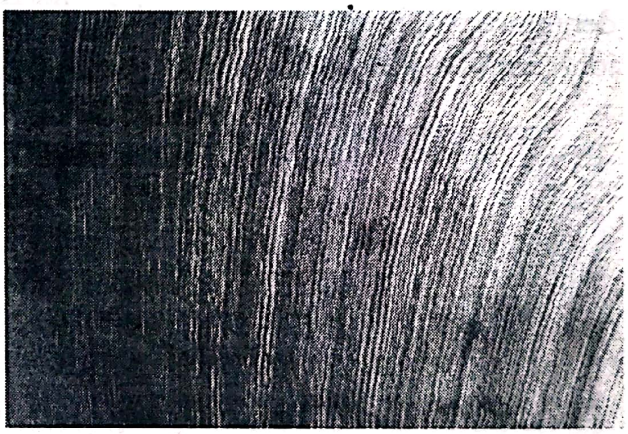


Fig. 3.4. Tubuli dentinari cu orientare rectilinie şi uşor curbată (dinte şlif, x 400).

Curburile secundare, ca nişte mici unde oscilatorii în curbura primară, pot fi observate la intervale regulate. Se presupune că aceste curburi secundare apar ca rezultat al unor oscilaţii circulare ale prelungirilor odontoblastice, pe o arie restrânsă.

4.3. NUMĂRUL TUBULILOR DENTINARI

Numărul tubulilor dentinari variază în diferitele teritorii ale dentinei.

În apropierea suprafeţei pulpare, în dentina coronară a molarilor şi premolarilor tineri, există între 59.000-76.000 tubuli dentinari/mm^2, iar în apropierea joncţiunii amelodentinare numărul lor scade la jumătate. De aceea ei

Scanned with OKEN Scanner

apar foarte denşi, strâns împachetaţi, aglomeraţi în zona internă a dentinei şi depărtaţi, răsfiraţi în zona externă, periferică.

De asemenea, numărul de tubuli dentinari/aria de suprafaţă scade de la nivel coronar la nivel radicular. Sunt raportate recent şi alte diferenţe de densitate: numărul de tubuli dentinari/aria de suprafaţă este mai mare în teritoriile linguale şi bucale decât în cele meziale şi distale.

4.4. FORMA TUBULILOR DENTINARI

Forma de tub a tubulilor dentinari prezintă un diametru inconstant, mai larg în zona iniţială de formare (2,5 μm lângă pulpă) şi care se îngustează treptat spre joncţiunea amelodentinară (1,2 μm în mijlocul dentinei şi 900 nm lângă joncţiune).

Astfel, tubulii dentinari au dimensiuni mai mari în apropierea pulpei, în defavoarea matricei intertubulare.

În plus, asemeni caracteristicilor prelungirilor odontoblastice pe seama cărora se formează, tubulii dentinari pot prezenta **ramificaţii** de ordine diferită, permiţând crearea unui **sistem canalicular** foarte bogat anastomozat.

Una dintre clasificările recente a ramificaţiilor include trei ordine de mărime:

- **majore** (500-1.000 μm diametru);
- **fine** (300-700 μm diametru);
- **microtubuli** sau **canaliculi**.

Ramificaţiile majore sunt localizate la extremitatea terminală a tubulilor dentinari, mai numeroase la nivelul joncţiunii dentinocementare decât la nivelul joncţiunii amelodentinare (fig. 3.5., fig. 3.6.).

Fig. 3.5. Joncţiunea amelodentinară; ramificaţii terminale ale tubulilor dentinari (dinte şlif, x 400).

Scanned with OKEN Scanner

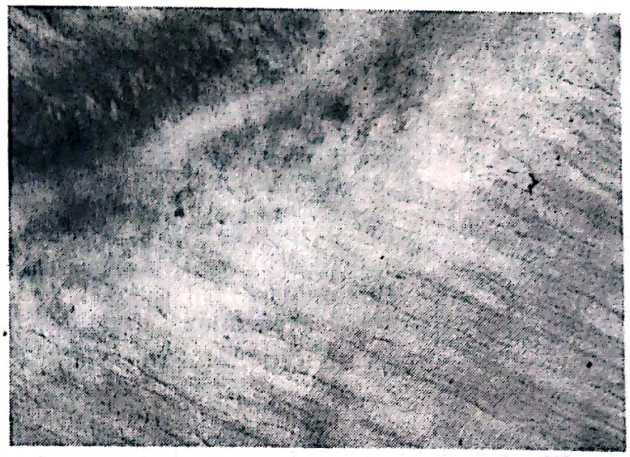


Fig. 3.6. Joncţiunea dentinocementară; tubuli dentinari prezentând ramificaţii terminale şi laterale (dinte şlif, x 400).

Ramificaţiile fine sunt ramificaţii laterale apărute pe traiectul tubulilor dentinari, la intervale regulate (1-2 μm) şi sub unghi de 45^0 (fig. 3.7., fig. 3.8.). Ele sunt mai numeroase la nivel radicular. Frecvent se pot anastomoza.

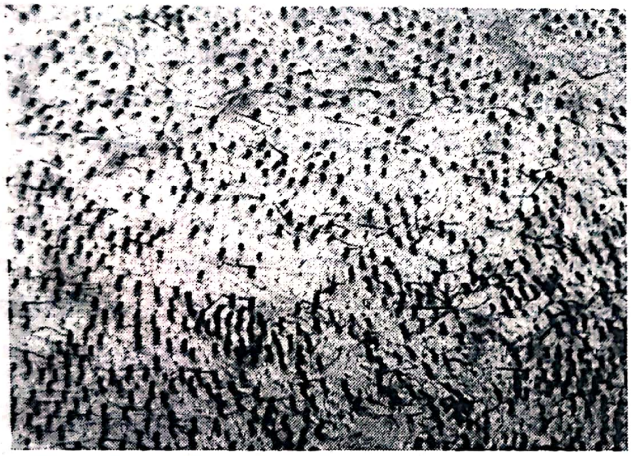


Fig. 3.7. Tubuli dentinari secţionaţi transversal, cu ramificaţii laterale evidente şi anastomoze; dentină peritubulară, dentină intertubulară (dinte şlif, x 400).

Fig. 3.8. Tubuli dentinari secţionaţi longitudinal, prezentând ramificaţii laterale şi anastomoze; dentină peritubulară, dentină intertubulară (dinte şlif, x 400).

Microtubulii' sunt tot ramificaţii laterale, extrem de delicate şi mai scurte, orientate în unghi drept.

4.5. CONŢINUTUL TUBULILOR DENTINARI

Conţinutul tubulilor este considerat, după literatura de specialitate, un **ansamblu dinamic** responsabil de vitalitatea dentinei şi capacitatea ei de reacţie (fig 3.9.).

Scanned with OKEN Scanner

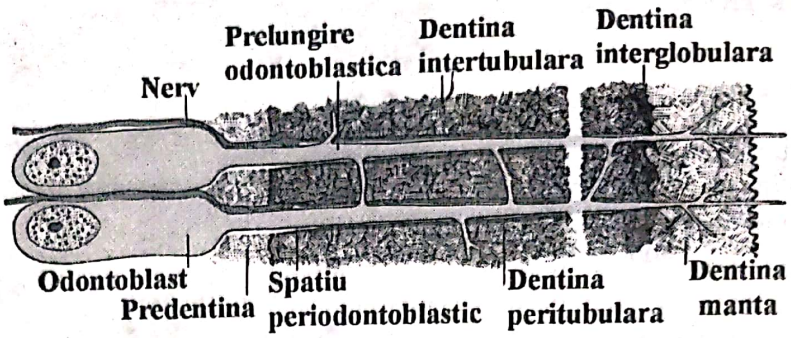


Fig. 3.9. Particularităţile regionale ale dentinei, în raport cu prelungirile odontoblastice – adaptare după (Avery, 1994).

O lungă perioadă de timp **prelungirile odontoblastice** au fost localizate, prin ME, numai în teritoriul intern (treimea internă) al dentinei. Această limitare a spaţiului pe care îl ocupa prelungirea odontoblastică se datora unor defecte de tehnică. Studii recente (IHC cu anticorpi monoclonali antiactină şi antitubulină şi ME de baleiaj după demineralizare şi tratare cu colagenază) confirmă prezenţa prelungirilor odontoblastelor în interiorul tubulilor dentinari până la nivelul joncţiunii amelodentinare. Prelungirile odontoblastice se ramifică la rândul lor, urmând traiectul ramificaţiilor majore, fine şi microtubulilor care caracterizează tubulii dentinari.

Prelungirile odontoblastice conţin în citoplasmă în zona iniţială (cu diametrul mai larg, 1-1,5 μm) mitocondrii, RER, vezicule delimitate de membrane, granule secretorii, vacuole, lizozomi, precum şi elemente de citoschelet, reprezentat de citofilamente fine şi microtubuli. Spre capătul terminal, pe măsură ce diametrul diminuează, conţinutul citoplasmatic se reduce mult, fiind prezente numai vacuole izolate şi citofilamente, înconjurate de un inel delicat de citoplasmă. De asemenea, în ramificaţiile laterale fine, citoplasma prelungirii odontoblastice conţine numai citofilamente.

Prezenţa prelungirii odontoblastice în interiorul tubulilor dentinari este asociată, variabil, cu prezenţa **fibrelor nervoase**. Nu este certificată şi acceptată extinderea fibrelor nervoase până la nivelul capătului terminal al tubulilor dentinari, deşi literatura citează demonstrarea prezenţei de fibre nervoase amielinice în dentină, la nivelul joncţiunii amelodentinare. Fibrele nervoase înconjură parţial prelungirile odontoblastice dar nu formează joncţiuni strânse, gap sau nu realizează contacte de tip sinapsă. Totuşi, în zonele de coexistenţă, terminaţiile nervoase realizează o "adâncitură" în prelungirile odontoblastice, creându-se astfel o suprafaţă de contact mai mare. Mai mult, între capătul fibrelor nervoase şi prelungirile odontoblastice se creează o "depresiune" (20-25 nm lărgime) comparabilă cu o fantă sinaptică; slaba dezvoltare sau absenţa celorlalte elemente specifice unei sinapse adevărate (membrana pre/post sinaptică, vezicule sinaptice) conduc la ipoteza că această relaţie ar putea fi o sinapsă rudimentară. Terminaţiile nervoase intratubulare conţin

Scanned with OKEN Scanner

neurofilamente, neurotubuli, numeroase mitocondrii şi multe vezicule; ele pot fi deosebite de prelungirile odontoblastice, în care nu apar mitocondrii şi vezicule acumulate.

Teminaţiile nervoase prezintă, în raport cu prelungirea odontoblastică, fie zone izolate de creştere în diametru, fie o alternanţă de zone dilatate şi zone constrictive; "depresiunile" cu posibil rol de sinapsă înconjură zonele de contact.

Un alt element existent în interiorul tubulilor dentinari este **colagenul** (tip I, tip V), sub formă de fibrile care pot ocupa spaţiul liber dintre prelungirea odontoblastică şi peretele tubulului. O cantitate crescută de fibrile de colagen poate fi prezentă în tubulii dentinari din dentina internă; în teritoriile respective, acumularea de colagen duce la dispariţia precoce a prelungirilor odontoblastice, fapt concordant cu teoria întinderii variabile a acestora.

Structurile morfologice prezente în interiorul tubulilor dentinari sunt "învelite" într-o substanţă fluidă numită **"fluid dentinar"** – posibil corespondent al fluidului tisular. Specialiştii apreciază că demonstrarea existenţei acestui fluid este dificilă, deoarece tubulul dentinar poate fi analizat numai după prepararea cavităţii. În acest context, care implică deteriorare tisulară şi implicit apariţia unui exsudat, distincţia dintre exsudat şi compoziţia reală a fluidului dentinar este încă neclară. Unii specialişti susţin ipoteza conform căreia acest fluid are ca origine plasma sanguină, care părăseşte capilarele şi pătrunde în stratul celular al odontoblastelor; aici se combină cu produşi de secreţie ai odontoblastelor şi intră în spaţiul periodontoblastic din tubulii dentinari, având întotdeauna o presiune uşor pozitivă.

Consideraţii clinice

Endotoxinele bacteriene, ajunse la nivel pulpar prin intermediul tubulilor dentinari, conduc la instalarea unui răspuns inflamator şi, consecutiv, la creşterea permeabilităţii vaselor sanguine pulpare şi instalarea edemului. Ca rezultat, creşte presiunea pulpei dentare şi se produce o cantitate importantă de fluid dentinar, care va acţiona intratubular, curăţând tubulii şi împiedicând pătrunderea bacteriilor pe această cale.

În interiorul tubulului a mai fost identificată (prin sonde introduse în ME de baleiaj) şi o **componentă organică**, care conţine molecule de **proteoglicani, tenascină, fibronectină, α2HS, albumină, transferină.** Apare astfel un hidrogel cu structură de matrice densă şi complexă şi conductibilitate hidraulică scăzută. Dacă acest hidrogel este degradat enzimatic, conductibilitatea poate creşte de mii de ori.

Un element controversat este **membrana limitantă** sau membrana de delimitare a tubulului dentinar, numită **lamina limitans**. Neobservabilă în secţiuni nedemineralizate, fixate la gheaţă, ea a fost identificată în secţiuni demineralizate. Uneori, este atât de apropiată de membrana celulară a prelungirii odontoblastice, încât se poate suprapune peste aceasta. De aceea, existenţa ei reală este controversată (ca şi cazul fluidului dentinar). Există mai multe ipoteze asupra structurii laminei limitans: condensare chimică a hidrogelului anterior prezentat, artefact datorat colapsării hidrogelului în

Scanned with OKEN Scanner

prelucrare sau, cel mai probabil în opinia specialiştilor, un strat de dentină – cel mai interior şi mai hipomineralizat, denumit şi dentină intratubulară hipomineralizată sau strat hipomineralizat intern.

În raport cu tubulul dentinar, se descrie: dentina peritubulară/ intratubulară şi dentina intertubulară.

4.6. DENTINA PERITUBULARĂ/INTRATUBULARĂ

Procesul de formare a dentinei începe în interiorul tubulului dentinar, dentina depunându-se la acest nivel şi îngustând lumenul acestuia (fig 3.9.). De aceea, primul strat de dentină care tapetează lumenul tubulului dentinar (conţinând prelungirea odontoblastică şi celelalte componente) este denumit **dentina peritubulară/intratubulară** (fig. 3.2., fig. 3.10., fig. 3.11., fig. 3.12.).

Deşi termenul de dentină peritubulară este larg utilizat, mai corect este cel de dentină intratubulară, în baza depunerii care se face din interior spre exterior, şi nu de jur-împrejurul lumenului.

În secţiuni şlif tăiate perpendicular pe tubulii dentinari, examinate în ME cu tehnici speciale sau cu un anumit tip de raze X, dentina peritubulară/ intratubulară apare sub forma unui **inel hipermineralizat** (40% mai mult decât în restul dentinei) fie lipsit complet de colagen, fie cu un conţinut organic foarte redus (câteva fibre de colagen conectate la fibrele de colagen din dentina intertubulară şi o cantitate mai mare de glicozaminoglicani, responsabili de aspectul bazofilic şi de metacromazia la pH scăzut).

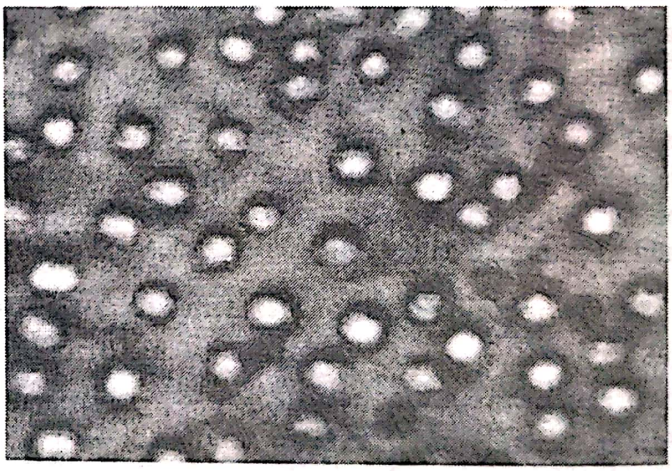


Fig. 3.10. Tubuli dentinari – secţiune transversală; spaţiile libere reprezintă tubulii dentinari, înconjuraţi de un inel fin de dentină peritubulară, în exteriorul căruia este localizată dentina intertubulară (dinte demineralizat, HE, x 1000).

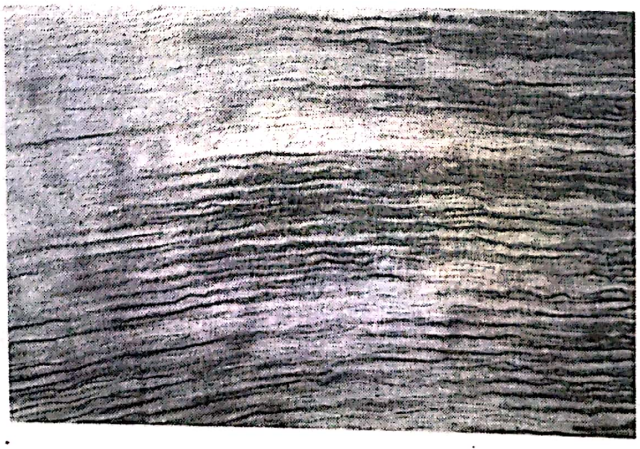


Fig. 3.11. Tubuli dentinari – secţiune longitudinală; dentină peritubulară şi intertubulară (dinte şlif, x 200).

Scanned with OKEN Scanner

Datorită gradului foarte înalt de mineralizare, dentina peritubulară/ intratubulară se pierde în secţiunile decalcificate; în aria ei de localizare se observă un inel transparent, circular, iar lumenul tubulului dentinar apare fals mărit.

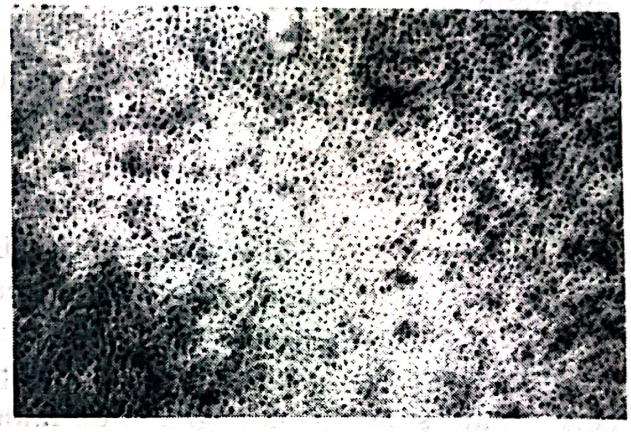


Fig. 3.12. Tubuli dentinari – secţiune transversală; dentină peritubulară şi intertubulară (dinte şlif, x 200).

Inelul de dentina peritubulară/intratubulară creşte de la joncţiunea dentinopulpară (44 nm lăţime) la joncţiunea amelodentinară (750 nm lăţime). Dentina peritubulară/intratubulară lipseşte în ariile de dentină interglobulară (hipomineralizată/amineralizată) şi în dentina manta.

4.7. DENTINA INTERTUBULARĂ

Dentina intertubulară reprezintă zona de dentină dintre tubulii dentinari (fig. 3.9.). Ea constituie principalul component al dentinei (fig. 3.1., fig. 3.10., fig. 3.11., fig. 3.12., fig. 3.13.).

Fig. 3.13. Tubuli dentinari în secţiune oblică; zone evidente de dentină intertubulară (dinte demineralizat, HE, x 400).

Este mai slab mineralizată comparativ cu dentina intratubulară: 50% din conţinutul său este material anorganic şi 50%, material organic.

Materialul anorganic este reprezentat de cristalele de HA, sub formă de plăcuţe turtite cu lungime de 100 nm şi grosime 2-30 nm, dispuse cu axul longitudinal paralel cu fibrilele de colagen.

Materialul organic este reprezentat de fibrile de colagen învelite într-o substanţă fundamentală care conţine glicozaminoglicani acizi în cantitate

Scanned with OKEN Scanner

crescută, fosfoproteine, proteoglicani, γ-carboxiglutamat, proteine, glicoproteine, proteine plasmatice.

Fibrilele de colagen tip I (periodicitate 67 nm, diametru 50-200 nm) se intersectează şi sunt distribuite aleator; la nivel radicular, ele sunt mai groase, mai puţin delicate. Orientarea fibrilelor de colagen diferă: în ansamblu ele sunt perpendiculare pe tubulii dentinari şi dispuse în direcţie paralelă cu suprafaţa dentinară, dar, în zona subjacentă joncţiunii amelodentinare, ele sunt dispuse în unghi drept (perpendicular) către suprafaţa dentinară.

4.8. TEACA NEUMANN

Teaca Neumann este **zona de limită** dintre dentina intratubulară şi dentina intertubulară. Reprezintă în fapt un teritoriu hipomineralizat.

Existenţa sa reală este contestată de unii specialişti, care afirmă că această imagine morfologică se datorează diferenţelor în matrice organică (orientarea colagenului) şi anorganică (gradul de mineralizare) dintre cele două tipuri de dentină.

5. PARTICULARITĂŢI STRUCTURALE

5.1. JONCŢIUNI

Dentina este separată de smalţul coronar prin **joncţiunea amelodentinară** şi de cementul radicular prin **joncţiunea dentinocementară.**

5.1.1. Joncţiunea amelodentinară

Joncţiunea amelodentinară apare iniţial în dentinogeneză ca o membrană între odontoblaste şi ameloblaste, care ulterior dispare. După formarea dentinei şi a smalţului, în MO, pe secţiuni şlif, aspectul acestei joncţiuni este festonat, dantelat, uneori suprapus, în "solzi de peşte" (fig. 3.5.).

Secţiunile demineralizate au permis, prin eliminarea smalţului, observarea mai exactă a morfologiei joncţiunii.

ME de transmisie a relevat faptul că cristalele de HA ale dentinei şi ale smalţului sunt în continuitate unele cu altele, amestecându-se între ele.

ME de baleiaj a condus la identificarea unor adevărate joncţiuni între dentină şi smalţ, care apar sub forma unor alternanţe de creste mai largi, interdigitante, al căror rol ar putea fi legat de creşterea aderenţei dintre cele două componente ale dintelui. Aspectul acestor creste este mai evident la nivel coronar, posibil pentru protejarea împotriva stressului ocluzal exercitat.

5.1.2. Joncţiunea dentinocementară

Joncţiunea dentinocementară realizează o limită de demarcaţie fină între dentină şi cement (fig. 3.6.). Este localizată în exteriorul stratului granular Tomes şi apare sub forma unui strat subţire şi fără structură. Este posibil ca acest strat să fie reprezentat de un anumit tip de dentină, încă incomplet definită,

Scanned with OKEN Scanner

sau de un anumit tip de ţesut cu rol de consolidare a cementului de dentină, şi acesta încă incomplet definit, aparţinând aparatului de ataşare a dintelui.

În analiza morfologică a dentinei, pot fi luate în discuţie mai multe criterii, funcţie de care specialiştii propun diferite modalităţi de **clasificare**, şi anume: după **localizare**, după **modelul de mineralizare**, după **modelul de dezvoltare**.

5.2. TIPURI DE DENTINĂ ÎN FUNCŢIE DE LOCALIZARE

În funcţie de **localizare**, sunt definite:
- **dentina intratubulară;**
- **dentina intertubulară;**
- **dentina manta;**
- **dentina circumpulpară.**

5.2.1. Dentina intratubulară/peritubulară. Dentina intertubulară

Dentina intratubulară/peritubulară este dentina formată şi localizată în interiorul tubulului dentinar. **Dentina intertubulară** este dentina din jurul şi dintre tubulii dentinari. Aceste două tipuri de dentină au fost descrise anterior, în relaţie cu tubulii dentinari.

5.2.2. Dentina manta

Dentina manta este prima zonă de dentină formată precoce la nivelul coroanei (fig. 3.9.). Este deci localizată la periferia dentinei coronare, motiv pentru care se mai numeşte şi **dentină coronară externă**. Are dimensiuni de aproximativ 150 μm; este situată imediat sub joncţiunea amelodentinară, şi interdigitându-se cu smalţul, conferă aspectul de "solzi de peşte".

Structura sa diferă de restul dentinei depuse ulterior, sub raportul componentei anorganice şi a celei organice. **Gradul de mineralizare** este extrem de redus, numai 4%. **Matricea organică** conţine o substanţă fundamentală cu origine în pulpa dentară, din care lipsesc fosfoforina şi fosfolipidele; fibrele de colagen sunt mai mari, mai groase, cu aspect brut, şi sunt lax împachetate, cu dispoziţie aproximativ perpendiculară spre joncţiunea amelodentinară; modalitatea ordonată de dispunere a fibrelor determină birefringenţa în lumină polarizată.

Dentina manta nu apare în regiunea radiculară, deoarece la nivel radicular fibrele de colagen au o dispoziţie paralelă cu joncţiunea amelodentinară sau oblică pe joncţiunea amelodentinară.

5.2.3. Dentina circumpulpară

Dentina circumpulpară reprezintă aria cea mai importantă de dentină, formând în esenţă miezul dintelui şi delimitând camera pulpară. **Structural**, comparativ cu dentina manta, prezintă un **grad** crescut **de mineralizare**, iar în **matricea organică** fibrilele de colagen sunt mai mici în diametru şi au o orientare mai puţin riguroasă.

Scanned with OKEN Scanner

5.3. TIPURI DE DENTINĂ ÎN FUNCȚIE DE MODELUL DE MINERALIZARE

În funcţie de **modelul de mineralizare**, sunt definite:

- **predentina;**
- **dentina globulară;**
- **dentina interglobulară;**
- **stratul granular Tomes.**

5.3.1. Predentina

Predentina reprezintă **primul strat** de matrice dentinară depus în procesul de dentinogeneză, înainte de a începe mineralizarea. Tapetează aria internă a dentinei, situată imediat deasupra camerei pulpare şi odontoblastelor; grosimea stratului de predentină variază, în timpul dentinogenezei active, între 10-47 μm.

Predentina este un material similar **osteoidului**, format din fibrile de colagen cu dispoziţie aleatorie, conţinute într-o substanţă fundamentală amorfă, gelatinoasă. Prezenţa sa este importantă în menţinerea integrităţii dentinare.

Între predentină şi dentină se descrie o zonă limită, fără să existe însă o structură morfologică reală, de tip membrană delimitantă. Între predentină şi pulpă există o zonă limită, formată din fibre de colagen dens aranjate.

5.3.2. Dentina globulară

Dentina globulară apare ca urmare a procesului normal de mineralizare a matricei organice dentinare.

Mineralizarea are loc concomitent în teritorii diferite, în puncte reprezentate de focare sferice de HA, ca nişte globule mici, rotunde, denumite **calcosferiţi** sau **calcoglobule** (apar din situsurile de nucleere a fosfatului tricalcic). Calcosferiţii confluează, formând în matricea organică, precoce în etapele de mineralizare, zone sferice mai mari, denumite dentină globulară. În urma fuzionării acestor zone se creează **frontul de mineralizare.** În dentina circumpulpară, modelul de mineralizare este larg globular.

5.3.3. Dentina interglobulară

Dentina interglobulară reprezintă arii de matrice organică **hipomineralizată** sau **complet nemineralizată**, restante între calcosferiţi care nu au fuzionat în procesul de formare a dentinei globulare (fig. 3.9.). Ea poate fi prezentă atât în dentina manta, cât şi în dentina circumpulpară, dar este mai frecventă în cea din urmă, în zona coronară şi, în special, de-a lungul liniilor de creştere (fig. 3.14.).

Aceste defecte de mineralizare apar în dentinogeneză mai frecvent în situaţii de deficit al vitaminei D, sau în cazuri de excese în expunerea la fluor.

Deoarece deficienţele sunt legate numai de gradul de mineralizare, dar matricea organică nu este afectată, tubulii dentinari există nealteraţi ca formă în ariile de dentină interglobulară, numai că la nivelul lor nu există dentină intratubulară.

Scanned with OKEN Scanner

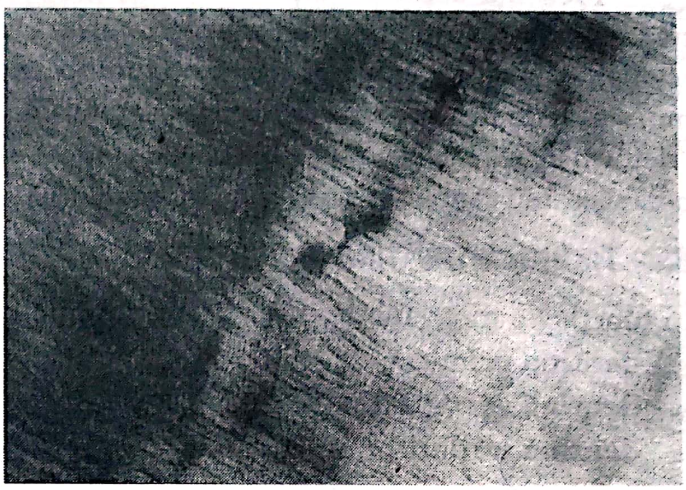


Fig. 3.14. Dentină interglobulară (dinte şlif, x 400).

5.3.4. Stratul granular Tomes

Localizat la suprafaţa externă a dentinei, în zona radiculară, adiacent şi paralel cu joncţiunea dentinocementară, **stratul granular Tomes** devine din ce în ce mai bine dezvoltat spre zona de apex a dintelui (fig. 3.15.).

Pe secţiuni şlif, stratul granular Tomes apare sub forma unei arii granulare, în care granulele au un aspect neregulat şi sunt aşezate pe mai multe rânduri, oarecum dezordonat.

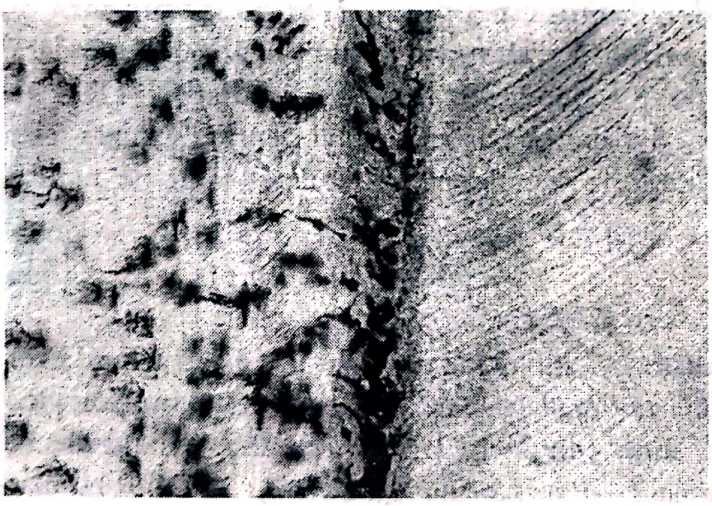


Fig. 3.15. Strat granular Tomes la limita dintre dentină şi cement (dinte şlif, x 200).

O lungă perioadă de timp s-a considerat că stratul granular Tomes se formează ca urmare a existenţei unor mici grupe de spaţii interglobulare, a unor mici arii hipomineralizate – ca un echivalent al dentinei interglobulare la nivel radicular.

Date recente au demonstrat (prin folosirea diferenţelor de iluminare, de la lumină de transmisie la lumină întâmplătoare, refractată prin sistemul optic al microscopului) că stratul granular Tomes este constituit din **spaţii reale** (similare cu **tracturile moarte**, descrise ulterior).

Scanned with OKEN Scanner

Prezenţa acestor spaţii adevărate, pline cu aer, este atribuită secţionării tubulilor dentinari în porţiunea lor terminală. Dar această porţiune terminală, ca rezultat al dezorientării prelungirii odontoblastului în timpul erupţiei dintelui, nu mai este dreaptă ci deformată, spiralată, răsucită sau buclată. Această "deformare" este asociată şi cu rata scăzută de formare a dentinei, la nivel radicular, sau este pusă pe seama unor disfuncţii metabolice.

5.4. TIPURI DE DENTINĂ ÎN FUNCŢIE DE MODELUL DE DEZVOLTARE

În funcţie de **modelul de dezvoltare**, sunt definite:

- **dentina primară;**
- **dentina secundară;**
- **dentina terţiară.**

5.4.1. Terminologie

Procesul de formare a dentinei începe, aşa cum am menţionat anterior, în momentul maturării şi diferenţierii odontoblastelor, la nivelul pulpei dentare, şi se derulează pe parcursul vieţii, atât timp cât odontoblastele sunt funcţionale şi, implicit pulpa dentară este considerată vie.

Unii specialişti diferenţiază o **dentină evolutivă** – formată în cursul procesului de dezvoltare, ca rezultat al interacţiunilor embrionare – şi o **dentină fiziologică**, formată fie ca rezultat al modificărilor fiziologice din mediul înconjurător, fie ca răspuns la stimuli patologici, agresivi.

O altă clasificare include: **dentina primară, dentina secundară** şi **dentina terţiară**, sau **dentina primară** şi **dentina secundară**, cea secundară fiind fie de tip regulat, fie de tip neregulat (reactiv, reparativ). Dentina primară este de natură evolutivă, iar dentina secundară şi dentina terţiară (sau dentina secundară regulată şi dentina secundară neregulată) sunt de natură fiziologică.

5.4.2. Dentina primară

Dentina primară este dentina formată înainte şi în timpul erupţiei active. Prin depunerea ei se conturează camera pulpară. Elementele morfologice caracteristice dentinei primare sunt: tubulii dentinari, dentina intratubulară/ peritubulară, dentina intertubulară, dentina interglobulară, stratul granular Tomes, liniile de creştere (descrise ulterior), dentina sclerotică (descrisă ulterior).

5.4.3. Dentina secundară

Dentina secundară este formată din momentul în care dezvoltarea rădăcinii este completă, precum şi în timpul şi după venirea dinţilor în ocluzie. Deşi dentina secundară este considerată de **tip fiziologic**, apărând numai ca răspuns la stimuli funcţionali (dietă, forţe ocluzale), ea a fost identificată totuşi şi la dinţii neerupţi (molarii trei).

Scanned with OKEN Scanner

Depunerea dentinei secundare sub forma unui strat regulat, aproape uniform, în jurul cavităţii pulpare, se realizează în mod continuu, dar cu o rată mult mai scăzută. Compoziţia chimică a materialului anorganic şi organic este similară cu cea din dentina primară dar, din punct de vedere morfologic, apar o serie de deosebiri.

Elementul distinctiv este dat de modificarea direcţiei tubulilor dentinari, care devin mai neregulaţi. Cu toate că aspectul general este uşor modificat şi neregulat, numărul de tubuli dentinari este aproximativ acelaşi cu numărul de tubuli dentinari din dentina primară; aceşti tubuli dentinari îşi păstrează continuitatea cu cei din dentina primară. Astfel, limita dentină primară – dentină secundară este identificabilă numai prin schimbarea orientării în traiectoria tubulilor dentinari.

Modelul de depunere este oarecum neuniform. Zonele în care acţionează forţe masticatorii mari, datorate în special unor alimente cu caracter abraziv, au o rată crescută de depunere a dentinei secundare. De aceea, dentina secundară nu se depune neted şi regulat peste tot, ci în special pe bolta şi planşeul camerei pulpare, ceea ce conferă un aspect asimetric.

Depunerea dentinei secundare conduce, în timp, la modificarea dimensiunilor camerei pulpare, care se îngustează semnificativ. Consecutiv pot fi afectate fatal odontoblastele, iar tubulii dentinari se pot oblitera prin depunere excesivă devenind sclerotici (mai repede decât în cazul unui proces similar în dentina primară).

Se formează astfel arii de dentină sclerotică în dentina secundară.

5.4.4. Dentina terţiară

Dentina terţiară este produsă ca rezultat al acţiunii unor variaţi stimuli externi patologici sau iritativi: atriţie, eroziune, carii, proceduri restaurative. Poate fi denumită şi **dentină de iritare, dentină reactivă/reacţională, dentină reparatorie, dentină neregulată.**

Recent, este considerată **reactivă/reacţională** în cazul în care este sintetizată de odontoblastele pulpei dentare încă intacte şi viabile şi **reparativă** în cazul în care este sintetizată de celule nou diferenţiate din pulpa dentară, cu capacităţi odontoblast-like.

Formarea şi activarea celulelor odontoblast-like se pare că sunt dependente de matricea dentinară suprajacentă care are capacităţi de inducţie prin intermediul factorilor de creştere (TGFβ).

Dentina terţiară se depune numai în teritoriile afectate fiind produsă de celule din zonele care au fost afectate direct. Modelul de depunere şi dimensiunile ariei de dentină terţiară nou formate sunt în corelaţie cu intensitatea şi perioada de acţiune a agentului agresiv/nociv.

Dentina terţiară, sub aspect **morfologic**, poate prezenta tubuli dentinari aproximativ regulaţi, în continuitate relativă cu cei din dentina secundară, tubuli dentinari diminuaţi numeric, complet dezorganizaţi şi dezordonaţi ca

Scanned with OKEN Scanner

aranjament, răsfiraţi şi orientaţi la întâmplare sau, uneori, tubulii dentinari pot lipsi complet (fig. 3.16., fig. 3.17.).

De cele mai multe ori, limita dentină secundară – dentină terţiară este bruscă, iar tubulii dentinari nu au continuitate, la acest nivel existând întreruperi.

Explicaţia este dată de faptul că în dentina terţiară există o nouă matrice tubulară, depusă de noi odontoblaste care liniază suprafeţe dezvoltate după lezarea şi moartea odontoblastelor iniţiale.

Fig. 3.16. Dentină reacţională – tubuli dentinari secţionaţi longitudinal, orientaţi aleator, dispuşi dezorganizat şi dezordonat (dinte şlif, x 400).

Fig. 3.17. Dentină reacţională – tubuli dentinari cu aspect similar, în secţiune longitudinală şi transversală (dinte şlif, x 400).

Tubulii dentinari corespunzători odontoblastelor moarte nu se sclerozează şi apar în secţiuni şlif plini cu aer (de culoare neagră), fiind denumiţi **tracturi moarte.**

Uneori, odontoblastele nou formate sunt înconjurate de matricea pe care o sintetizează, devenind sechestrate în dentină şi conferind un aspect similar cu osul. Prin extrapolare la osteoblastele formatoare de os, acest tip de dentină se numeşte **osteodentină.**

Scanned with OKEN Scanner

5.5. Dentina sclerotică

Uneori, zone din dentina primară se pot transforma în urma depunerii continue şi necontrolabile a unei cantităţi importante de **dentină intratubulară** care obliterează tubulii dentinari.

Astfel, interiorul tubulilor dentinari devine ocupat de material anorganic cu un înalt grad de mineralizare. Acest conţinut mineral conferă (la introducerea în apă) un aspect sticlos, transparent, motiv pentru care dentina a fost denumită **sclerotică, transparentă** sau **translucidă.**

Se pare că acest proces este fiziologic deoarece ocluzarea tubulilor dentinari poate fi observată la vârste tinere, fără o cauză justificată; ariile de dentină sclerotică se multiplică odată cu înaintarea în vârstă.

Zonele preferenţiale pentru localizarea dentinei sclerotice sunt treimea apicală a rădăcinii şi coronar, la jumătatea distanţei dintre joncţiunea amelodentinară şi pulpă. Dentina sclerotică poate să apară şi în cadrul dentinei secundare, ca rezultat al acţiunii unor stimuli externi.

Literatura de specialitate citează şi alte situaţii care pot conduce la formarea dentinei sclerotice; de exemplu, depunerea difuză de material anorganic în lumenul tubulilor dentinari care încă mai conţin prelungiri odontoblastice după ce, anterior, procesul de formare a dentinei intratubulare s-a încheiat; în acest caz se mineralizează atât prelungirile odontoblastice, cât şi restul conţinutului tubulului dentinar.

5.6. Liniile de creştere

Ritmul de depunere a dentinei, cu perioade de activitate şi de repaus, este marcat prin apariţia unor **structuri liniare:**

- **liniile de creştere zilnică;**
- **liniile von Ebner;**
- **liniile de contur Owen;**
- **linia neonatală.**

Elaborarea ritmică de dentină este dependentă de activitatea circadiană neuronală ritmică, care controlează fluxul de nutrimente către odontoblaste.

Evidenţierea acestor linii se face cel mai bine pe secţiuni şlif. Direcţia lor de orientare este perpendiculară (în unghi drept) pe tubulii dentinari, urmărind concomitent şi o orientare internă şi radiculară.

- **Liniile de creştere zilnică**

Depunerea **zilnică** de dentină este tradusă prin **liniile de creştere zilnică,** fără nume propriu, care se succed cu o periodicitate de aproximativ 4 μm.

- **Liniile von Ebner**

Liniile von Ebner reflectă depunerea de dentină la un interval de **5 zile,** cu o periodicitate de 20 μm.

Scanned with OKEN Scanner

- **Liniile de contur Owen**

Liniile de contur Owen (analoge ale liniilor Retzius din smalţ) indică **perioade alternative** de mineralizare/maturare, mai exact deficienţe accentuate în modelul de mineralizare.

Ele urmăresc conturul extern al dentinei, sunt mai intens colorate, mai pronunţate şi larg spaţiate deoarece apar la intervale de timp mai puţin frecvente. Ele prezintă aceeaşi dispoziţie cu o serie de linii de contur apărute datorită unei coincidenţe spaţiale în curbura secundară a unor tubuli dentinari vecini, linii care, de fapt, au fost primele descrise de Owen. Actualmente însă denumirea este folosită pentru raportarea la modelul de mineralizare şi nu la dispunerea topografică.

În cazul existenţei unei linii de contur Owen exagerate, ea se poate datora unei modificări bruşte în procesul de mineralizare, sau unui proces patologic care interferă depunerea fiziologică (boală, nutriţie inadecvată).

- **Linia neonatală**

Linia neonatală este o **linie de contur** extrem de largă, densă, hipocalcificată, vizibilă în dinţii mineralizaţi la naştere.

Ea este expresia **modificărilor** apărute în procesul de mineralizare în urma naşterii (datorită traumatismelor fiziologice sau schimbării caracteristicilor micromediului din punct de vedere metabolic, nutriţional, hormonal). Dispoziţia sa este paralelă cu liniile de contur Owen, şi separă dentina prenatală (distală, lângă joncţiunea amelodentinară) de dentina postnatală (proximală, lângă pulpă).

6. SENSIBILITATEA DENTINEI

Sensibilitatea dentinei, tradusă cel mai frecvent prin **senzaţia de durere**, nu este încă complet explicată. Elementele care trebuie avute în vedere sunt: interdependenţa morfofuncţională existentă între pulpa dentară şi dentină şi inervaţia complexului dentinopulpar, inclusiv prezenţa terminaţiilor nervoase în asociere cu prelungirile odontoblastice, în interiorul tubulilor dentinari (elemente detaliate la capitolul **Pulpa dentară**).

Modul în care converg, la nivel de SNC, aferenţele pulpare între ele şi aferenţele pulpare cu aferenţe ale altor structuri orofaciale, fac greu de localizat durerea pulpară.

Alţi factori de controversă sunt: absenţa sinapselor dintre nervi şi odontoblaste, numărul important de neurotransmiţători existenţi în pulpă, în raport cu terminaţiile nervoase şi dificultăţile tehnice de a realiza măsurători electrofiziologice într-o pulpă dentară intactă.

Specialiştii în domeniu acceptă trei teorii principale care ar putea explica fenomenul de transmitere a durerii. Cele trei teorii: **teoria inervaţiei directe, teoria transducţiei** şi **teoria hidrodinamică** nu se exclud una pe alta, existând criterii complementare.

Scanned with OKEN Scanner

6.1. TEORIA INERVAȚIEI DIRECTE

Teoria inervației directe pleacă de la ideea că dentina conține **terminații nervoase** care răspund când sunt stimulate. Fiind cea mai veche teorie a inervației dentinare, s-a bazat pe faptul că prelungirile nervoase pot însoți prelungirile odontoblastice până la joncțiunea amelodentinară.

Acum însă există date certe conform cărora în dentină există un număr redus de terminații nervoase, comparativ cu numărul total de tubuli dentinari (numai un mic procent de tubuli dentinari conțin fibre nervoase), iar terminațiile nervoase ajung numai până la o distanță de 200-300 μm în interiorul dentinei.

Deși în momentul lezării dentinei terminația nervoasă poate fi deformată direct prin perturbare mecanică, și ea inițiază un potențial de acțiune, sensibilitatea dentinei nu depinde exclusiv, sau, după alți autori, nu depinde deloc, de această stimulare.

6.2. TEORIA TRANSDUCȚIEI

Teoria transducției presupune că **odontoblastele**, prin originea lor din crestele neurale, au și rol de receptor și sunt cuplate cu terminațiile nervoase ale pulpei dentare. Această teorie sugerează că odontoblastul poate transduce un stimul și poate transfera semnalul terminației nervoase asociate.

În sprijinul acestei teorii sunt aduse ca argumente: originea din crestele neurale a odontoblastelor (care pot, probabil, să-și mențină capacitatea de traducere și propagare a impulsului), asocierea la distanță foarte mică cu terminațiile nervoase și existența joncțiunilor gap interodontoblastice.

Contrar, elementul esențial este dat de incapacitatea de evidențiere a sinapselor dintre odontoblaste și terminațiile nervoase pulpare; se mai adaugă faptul că potențialul de membrană al odontoblastului (in vitro) este mult prea scăzut pentru a permite o transducție; se pare că odontoblastele nu sunt celule excitabile, fiind inapte de a produce un răspuns electric.

6.3. TEORIA HIDRODINAMICĂ

Teoria hidrodinamică are la bază **mișcarea fluidelor** în tubulii dentinari, în momentul unei stimulări externe. Această mișcare este percepută și înregistrată de terminațiile nervoase din tubulii dentinari și din stratul de odontoblaste, care sunt deformate și vor iniția un potențial de acțiune.

Teoria hidrodinamică este momentan mai larg acceptată. Rolul principal al inervației pulpare și, implicit, dentinare, este menținerea homeostaziei complexului pulpodentinar, în special prin relația pe care o are cu vascularizația, precum și prin intervenția în mecanismele de apărare.

Considerații clinice

Sensibilitatea dentinei radiculare poate fi corelată cu procesul de recesiune gingivală și cu pierderea stratului protector de cement suprajacent. În astfel de condiții, depunerea crescută

Scanned with OKEN Scanner

de dentină intratubulară – ca mecanism fiziologic compensator – sau procedurile de aplicare a materialelor restaurative vor reduce sensibilitatea, dar şi permeabilitatea dentinară.

Deşi sensibilitatea dentinară este legată direct de practica stomatologică curentă, specialiştii insistă asupra faptului că această trăsătură a complexului dentinopulpar nu realizează nici un avantaj în biologia normală a dintelui.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 4

PULPA DENTARĂ

1. CONSIDERAȚII GENERALE 78
2. ORIGINEA PULPEI DENTARE 78
3. ORGANIZAREA SPAȚIULUI PULPAR 78
3.1. Compartimente 78
3.2. Foramen apical 79
3.3. Canale laterale 79
3.4. Forma pulpei dentare 80
4. STRUCTURA PULPEI DENTARE 80
4.1. Matricea extracelulară 80
4.1.1. Matricea amorfă 80
4.1.1.1. Glicozaminoglicanii 80
4.1.1.2. Proteoglicanii 81
4.1.1.3. Glicoproteine de adeziune 82
4.1.2. Componenta fibrilară 83
4.1.2.1. Sinteza colagenului 83
4.1.2.2. Caracteristici structurale ale colagenului 86
4.2. Teritorii celulare în arhitectonia pulpei dentare 88
4.2.1. Zona odontoblastică 89
4.2.2. Zona acelulară Weil 91
4.2.3. Zona bogat celulară 91
4.2.4. Miezul pulpei dentare 91
4.3. Celulele pulpei dentare 92
4.3.1. Odontoblastul 92
4.3.2. Celula ectomezenchimală nediferențiată 95
4.3.3. Fibroblastul, fibrocitul 95
4.3.4. Celula Hohl 96
4.3.5. Macrofagul 96
4.3.6. Celula dendritică 97
4.3.7. Limfocitul 97
4.3.8. Alte celule – libere și în asociere cu elementele vasculare și nervoase prezente în pulpa dentară 97
5. VASCULARIZAȚIA PULPEI DENTARE 98
5.1. Vascularizația sanguină 98
5.2. Vascularizația limfatică 100
6. INERVAȚIA PULPEI DENTARE 100
7. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE PULPEI DENTARE 102
7.1. Calcificările pulpare 102
7.1.1. Denticulii 102
7.1.2. Calcificările difuze 103
7.2. Transformările în relație cu vârsta 103
7.2.1. Reducerea dimensiunilor pulpei dentare 103
7.2.2. Transformările țesutului conjunctiv 104

Scanned with OKEN Scanner

8. FUNCȚIILE PULPEI DENTARE 105
8.1. Funcția formativă 105
8.2. Funcția nutritivă 105
8.3. Funcția protectivă 105
8.4. Funcția defensivă 105
8.5. Funcția reparativă 106
8.6. Funcția inductivă 106

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Pulpa dentară reprezintă componenta centrală a dintelui. Ea este constituită dintr-un **țesut conjunctiv** moale, **lax**, nemineralizat, bine vascularizat și inervat.

Între pulpa dentară și dentină există corelații strânse, deoarece embriologic și structural ele au la bază același țesut, fapt care se reflectă în elementele de funcționalitate și, ulterior, în interpretarea evenimentelor clinice. De aceea, în unele tratate de histologie orală, pulpa dentară și dentina sunt analizate integrat, ca și **complex dentinopulpar**. Alți specialiști preferă însă o prezentare separată, deoarece pulpa dentară este un țesut conjunctiv moale, iar dentina este o varietate deosebită de țesut conjunctiv dur, mineralizat. În cazul unei prezentări separate, individualizate, referirile la interconexiunile dintre cele două structuri sunt absolut necesare, pentru înțelegerea ansamblului morfofuncțional. Aceasta, deoarece celulele pulpei dentare înalt specializate, **odontoblastele**, sunt responsabile de formarea dentinei.

2. ORIGINE

Pulpa dentară derivă din **papila dentară**, de **origine mezenchimală/ ectomezenchimală**.

Finalizarea acestei transformări, respectiv momentul din histogeneză în care putem defini pulpa dentară, este privit în mod diferit. Unii specialiști consideră că țesutul pulpei dentare este responsabil de formarea dentinei: astfel, papila dentară devine pulpă dentară din momentul în care începe formarea dentinei. Dacă însă pulpa dentară este considerată ca țesutul care ocupă camera pulpară, tranziția de la papilă la pulpă are loc numai după ce a fost depusă suficientă dentină, pentru a închide camera pulpară; această variantă este mai larg acceptată.

3. ORGANIZAREA SPAȚIULUI DENTAR

3.1. Compartimente

În interiorul dintelui, pulpa dentară ocupă **spațiul pulpar**, care prezintă două compartimente individualizate:

Scanned with OKEN Scanner

- **porţiunea coronară**, denumită **cameră pulpară**;
- **porţiunea radiculară**, denumită **canal radicular.**

Pulpa dentară localizată în camera pulpară se numeşte **pulpă coronară**, iar pulpa dentară, localizată în canalul radicular se numeşte **pulpă radiculară.**

3.2. FORAMEN APICAL

Canalul radicular sau sistemul de canale radiculare la dinţii multiradiculari are capătul terminal la nivelul unui orificiu denumit **foramen apical.** Foramenul apical constituie un adevărat canal, care permite trecerea principalilor nervi şi vase ale pulpei. Mai mult, la acest nivel, pulpa dentară şi ligamentul periodontal vin în contact.

Localizarea şi **dimensiunile** foramenului apical variază în dezvoltarea dintelui şi în stadiul de dinte format. În dezvoltare, foramenul apical este localizat central şi prezintă un diametru larg. Ulterior, el poate rămâne localizat la apexul anatomic al rădăcinii, dar mai frecvent capătă o poziţie excentrică, uşor mai ocluzal (0,5-0,75 mm faţă de apex), iar diametrul se micşorează (0,3-0,6 mm, posibil mai mare la rădăcina palatină a molarilor maxilari, şi la rădăcina distală a molarilor mandibulari). În cazul în care se formează mai multe orificii tip foramen apical, cel care are diametrul cel mai mare este denumit foramen apical, celelalte fiind considerate **foramene accesorii.**

3.3. CANALELE LATERALE

De-a lungul suprafeţelor laterale ale rădăcinii pot fi prezente perforaţii, denumite **canale laterale** sau **canale accesorii,** în interiorul cărora se pot găsi elemente celulare din ţesutul conjunctiv, elemente vasculare şi nervoase. Prin intermediul acestor canale se realizează o comunicare între spaţiul pulpar şi ţesuturile periodontale care înconjoară rădăcina dintelui.

Apariţia canalelor laterale se datorează, probabil, unor **defecte** în formarea tecii epiteliale Hertwig, mai precis în insuficienţa de diferenţiere şi, consecutiv, de producere şi depunere a dentinei, a unor odontoblaste. Nu se cunosc cauzele care determină această incompetenţă a odontoblastelor, dar se pare că intervin anumiţi factori locali de inhibiţie. În zonele fără depunere de dentină, pulpa dentară va fi în relaţie de continuitate cu parodonţiul.

Incidenţa canalelor laterale variază: ea este în medie de 33% în dentiţia permanentă, un maxim de 55% fiind raportat în premolari. Deşi canalele laterale pot să apară la orice nivel, frecvenţa lor este mai mare în treimea apicală. Uneori, la dinţii multiradiculari, canalele laterale pot pătrunde prin planşeul camerei pulpare.

Consideraţii clinice

Foramenul apical şi canalele laterale, stabilind comunicaţii între pulpa dentară şi structurile parodontale, funcţionează ca şi căi de transmitere a produselor bacteriene şi toxinelor, ducând la instalarea unor stări patologice la nivel pulpar sau ligamentar. Patologia pulpei dentare afectează parodonţiul mai frecvent comparativ cu afectarea pulpei dentare de către patologia parodontală.

Scanned with OKEN Scanner

3.4. Forma pulpei dentare

Forma pulpei dentare se adaptează perfect la **forma** generală a **coroanei anatomice** şi a **canalelor radiculare**, pentru fiecare dinte în parte. Astfel, limita şi conturul de suprafaţă al regiunilor coronare şi radiculare ale pulpei dentare urmăresc conturul stratului de dentină suprajacent. Sub cuspizi şi marginile incizale, camera pulpară şi, deci, implicit pulpa coronară, prezintă expansiuni numite **"coarne pulpare"** (cele mai evidente la cuspidul bucal al premolarilor şi la cuspidul meziobucal al molarilor). **Planşeul** pulpei coronare este **zona de furcaţie** pentru dintele multiradicular. Volumul mediu al pulpei este de 0,02 cm^3, pulpa dentară a molarilor având de patru ori volumul pulpei dentare a incisivilor.

4. STRUCTURA PULPEI DENTARE

Ca orice **varietate de ţesut conjunctiv**, pulpa dentară este formată din două componente, **matricea extracelulară** şi **celulele** pulpei dentare.

4.1. MATRICEA EXTRACELULARĂ

Matricea extracelulară este constituită din **matricea amorfă** şi din **fibre**.

4.1.1. Matricea amorfă

Matricea amorfă este un **gel coloidal** omogen extrem de bogat în apă (conţinut până la 90%), în care există o serie de **macromolecule** în suspensie şi dispersate: **glicozaminoglicani, proteoglicani** şi **glicoproteine.**

Caracterizarea morfologică este redusă: datorită conţinutului crescut în apă, matricea amorfă este extrasă prin fixarea şi deshidratarea ţesutului, astfel încât se pierde în secţiunile de rutină HE. Poate totuşi să fie evidenţiată prin tehnici speciale de prelucrare (secţiuni păstrate prin uscare la gheaţă sau secţiuni congelate) şi prin metode speciale de colorare; în aceste situaţii apare PAS pozitivă (datorită conţinutului important în molecule glucidice), albastru alcian pozitivă în grade diferite (în funcţie de cantitatea de glicozaminoglicani şi de gradul lor de sulfatare) şi metacromatică. În ME apare relativ amorfă, cu densitatea electronică moderată şi aspect fin granular, fiind prezente mici structuri filamentoase. Glicozaminoglicanii, proteoglicanii şi glicoproteinele de adeziune realizează interacţiuni între ele.

4.1.1.1. Glicozaminoglicanii

Glicozaminoglicanii sunt lanţuri polizaharidice lungi, neramificate, liniare, neflexibile, formate din unităţi dizaharidice repetitive; într-o unitate dizaharidică există întotdeauna o **hexozamină** (N acetil-glucozamina/galactozamina) şi un **acid uronic** (glucuronic/ioduronic) (Tabel 4.1.).

Glicozaminoglicanii sunt de două tipuri: **nesulfataţi** (acidul hialuronic) şi **sulfataţi** (keratansulfat, heparansulfat, condroitin-4-sulfat, chondroitin-6-sulfat, dermatansulfat).

Scanned with OKEN Scanner

Acidul hialuronic, cu o lungime de 2,5 μm şi un diametru de 40 nm, conţine până la 25.000 de unităţi dizaharidice repetitive, fiind o macromoleculă imensă, responsabilă de caracterul vâscos şi turgescenţa matricei amorfe. Cu toate că acidul hialuronic nu stabileşte legături covalente cu molecule proteice, proteoglicanii se vor ataşa de structura sa prin molecule speciale de legare.

Glicozaminoglicanii **keratansulfat, heparansulfat, dermatansulfat, condroitin-4-sulfat, condroitin-6-sulfat,** mai puţin hidrofili, determină consistenţa matricei amorfe. Fiind sulfataţi şi prezentând grupări carboxiterminale, glicozaminoglicanii sunt polianioni cu înaltă încărcare negativă, ceea ce va atrage cationii şi ulterior apa, formându-se astfel gelul hidratat, care asigură difuzibilitatea.

Tabel 4.1. Elemente caracteristice pentru structura glicozaminoglicanilor – adaptare după (Gartner, Hiatt, 1997).

Glicozaminoglicani	Greutate moleculară (Da)	Unităţi dizaharidice repetitive	Hexozamine sulfatate	Legătură covalentă cu proteine
Acid hialuronic	10^7-10^8	acid glucuronic, N-acetil-glucozamină	absente	absentă
Keratansulfat	10000-30000	galactoză, N-acetil-glucozamină	N-acetil-glucozamină	prezentă
Heparansulfat	15000-20000	acid glucuronic (acid ioduronic), N-acetil-glucozamină	N-acetil-galactozamină	prezentă
Condroitin-4-sulfat	10000-30000	acid glucuronic, N-acetil-galactozamină	N-acetil-galactozamină	prezentă
Condroitin-6-sulfat	10000-30000	acid glucuronic, N-acetil-galactozamină	N-acetil-galactozamină	prezentă
Dermatansulfat	10000-30000	acid glucuronic (acid ioduronic), N-acetil-galactozamină	N-acetil-galactozamină	prezentă

4.1.1.2. Proteoglicanii

Glicozaminoglicanii sulfataţi sunt uzual legaţi covalent cu molecule proteice, pentru a forma **proteoglicanii**.

Miezul proteic al proteoglicanilor este sintetizat în RER fibroblastelor, iar grupările de glicozaminoglicani sunt ataşate covalent de elementele proteice în aparatul Golgi fibroblastic unde, de asemenea, are loc şi sulfatarea şi rearanjarea diferitelor grupări în jurul atomilor de carbon a unităţilor zaharidice.

Aspectul proteoglicanilor este comparat cu o perie, în care miezul proteic este tija, iar glicozaminoglicanii orientaţi lateral, tridimensional, sunt ţepii periei. Acidul hialuronic nu formează legături covalente cu molecule proteice, pentru a forma proteoglicani. În schimb, prin intermediul unor molecule speciale de legare, proteoglicani deja formaţi se pot lega indirect de acidul hialuronic, formând macromolecule gigante, numite **proteoglicani agregaţi – aggrecan compus.**

Proteoglicanii sunt clasificaţi actualmente în două categorii: **extracelulari şi asociaţi suprafeţei celulare**

Scanned with OKEN Scanner

Câţiva din cei mai frecvent întâlniţi proteoglicani sunt:

- **decorinul** (leagă colagenul; poate fi observat "decorând" fibrilele de colagen);
- **sindecanul** (ataşat membranei celulare, prezintă trei domenii: intracelular, legat la filamentele de actină din citoschelet, transmembranar şi extracelular, care leagă colagen, molecule de fibronectină şi tenascină, permiţând cuplarea cu elementele macromoleculare ale matricei extracelulare; funcţionează ca şi coreceptor, legând FGF şi prezentându-l receptorilor membranari pentru FGF);
- **versicanul** (are capacitate similară de a lega glicoproteine de suprafaţă celulară la matricea extracelulară);
- **perlecanul** (format dintr-un miez proteic care conţine un număr de domenii globuloase, motiv pentru care este comparat cu un colier de perle; se leagă la fibronectină şi susţine ancorarea fibroblastelor la matricea extracelulară);
- **CD44** (leagă colagenul, moleculele de fibronectină şi laminină).

Ocupând un volum important, proteoglicanii au capacitatea de a se opune la forţele de compresiune externe. Prin structura lor, încetinesc mişcarea microorganismelor sau a celulelor migrate şi, în asociere cu membranele bazale, formează filtre moleculare (cu pori de dimensiuni diferite şi cu distribuţie variată de sarcină electrică) care facilitează selecţia macromoleculelor circulante. Prin prezenţa situsurilor de legare pentru anumite molecule semnal (de exemplu TGFβ), proteoglicanii au abilitatea fie de a întârzia sau de a împiedica deplasarea acestor molecule la locul de acţiune, obstrucţionându-le activitatea, fie de a le concentra într-un anumit teritoriu; accentuând astfel rolul lor.

4.1.1.3. Glicoproteinele de adeziune

Cel de-al treilea component al matricei amorfe, **glicoproteinele de adeziune**, mediază capacitatea celulelor de a adera la componentele matricei, prin prezenţa **domeniilor de recunoaştere**, caracterizate printr-o secvenţă de aminoacizi. Cel puţin un domeniu de recunoaştere se leagă de proteinele de suprafaţă celulară din familia integrinelor, un alt domeniu – de fibrele de colagen şi un altul – de proteoglicani.

Cele mai întâlnite glicoproteine de adeziune sunt: **fibronectina, laminina, entactina** şi **fibrilina**.

Fibronectina este un dimer, formată din două subunităţi polipeptidice cu lungime de 60-70 nm şi greutate moleculară de 220 kDa fiecare, legate una de alta la capătul carboxiterminal, prin punţi disulfidice, care se pot deschide sau închide.

Structural, prezintă trei domenii plisate (tip I, II, III) conectate între ele prin regiuni scurte, neplisate; fiecare domeniu funcţional constă dintr-unul sau mai multe unităţi repetitive, care au rol de situsuri de legătură. Are un aspect de "V", fiecare braţ conţinând astfel situsuri de legătură cu diferite componente

Scanned with OKEN Scanner

extracelulare (colagen, heparansulfat, heparină, acid hialuronic) şi cu unele integrine, pentru care există o regiune specifică de cuplare, constituită dintr-o secvenţă de trei reziduuri: arginină, glicină, asparagină (secvenţa RGD, caracteristică mai multor glicoproteine).

Deoarece integrinele sunt ancorate, la rândul lor, de microfilamentele citoplasmatice (prin mai multe proteine intermediare – vinculina şi talina), fibronectina realizează astfel o punte între matricea extracelulară şi citoschelet.

Această moleculă este sintetizată în special de fibroblaste; uneori ea se poate ataşa de membranele celulare, sub formă de fibronectină de suprafaţă celulară.

Laminina este o glicoproteină de 950 kDa, formată din trei lanţuri polipeptidice (A, B_1 şi B_2 sau α, β şi γ), menţinute în poziţie prin punţi disulfidice şi realizând o structură în cruce, cu un lanţ lung şi trei lanţuri scurte. Are o localizare mai limitată, în special în membranele bazale. Prezintă situsuri de legare pentru heparansulfat (la extremităţile lanţurilor B), colagen tip IV (pe lanţul A), entactină şi membranele celulare (pe lanţul A).

Entactina este o altă glicoproteină sulfatată. Ea se leagă de laminină (acolo unde cele trei lanţuri scurte se întâlnesc unele cu altele) şi de colagenul de tip IV, facilitând legarea lamininei la reţeaua de colagen.

Fibrilina este prezentă în cantitate foarte mică.

4.1.2. Componenta fibrilară

Fibrele caracteristice sunt cele de **colagen tip I** şi **tip III**. Exclusiv la nivel vascular există şi **fibre elastice**. Raportul dintre colagenul tip I şi colagenul tip III este de 55%/45% şi rămâne constant de la începutul dezvoltării dintelui, până la totala sa maturitate. Acest fapt susţine conceptul conform căruia colagenul dentinar, de tip I, este sintetizat exclusiv de odontoblaste şi nu apare ca urmare a intervenţiei productive, în paralel, a fibroblastelor pulpare.

4.1.2.1. Sinteza colagenului

Celulele responsabile de elaborarea colagenului pulpar sunt fibroblastele. Procesul urmează modelul sintezei proteice, fiind descrise două etape: **intracelulară** (sinteza propriu-zisă) şi **extracelulară** (asamblarea moleculelor de colagen şi fibrilogeneza) (fig. 4.1.).

- **Etapa intracelulară**

Ca urmare a captării aminoacizilor precursori, sinteza începe la nivelul ribozomilor ataşaţi RER. Procesul de sinteză (translaţie) este direcţionat prin informaţia furnizată de ARN-ul mesager. În ribozomi se elaborează lanţuri separate de **preprocolagen – lanţuri polipeptidice pro-α**. Aceste lanţuri posedă secvenţe suplimentare de aminoacizi, nonhelicoidale şi globuloase, numite propeptide, localizate la extremităţile amino şi carboxiterminale şi stabilizate prin grupări bisulfidice. Odată sintetizată, o moleculă de

Scanned with OKEN Scanner

preprocolagen este descărcată în cisternele RER, unde lanţurile polipeptidice sunt modificate posttranslaţional:

- se elimină secvenţa-semnal care orientează molecula spre cisternă, prin clivaj;
- parte din reziduurile prolină şi lizină sunt hidroxilate (prin participarea prolilhidroxilazei şi lizilhidroxilazei), rezultând hidroxiprolină şi hidroxilizină; polipeptidele sunt încă în conformaţie nonhelicoidală; prezenţa vitaminei C este obligatorie pentru funcţionarea celor două hidroxilaze;
- glicozilarea (prin intervenţia glucoziltransferazei şi galactoliziltransferazei) anumitor reziduuri de hidroxilizină şi adăugarea de N-zaharide la cele două extremităţi.

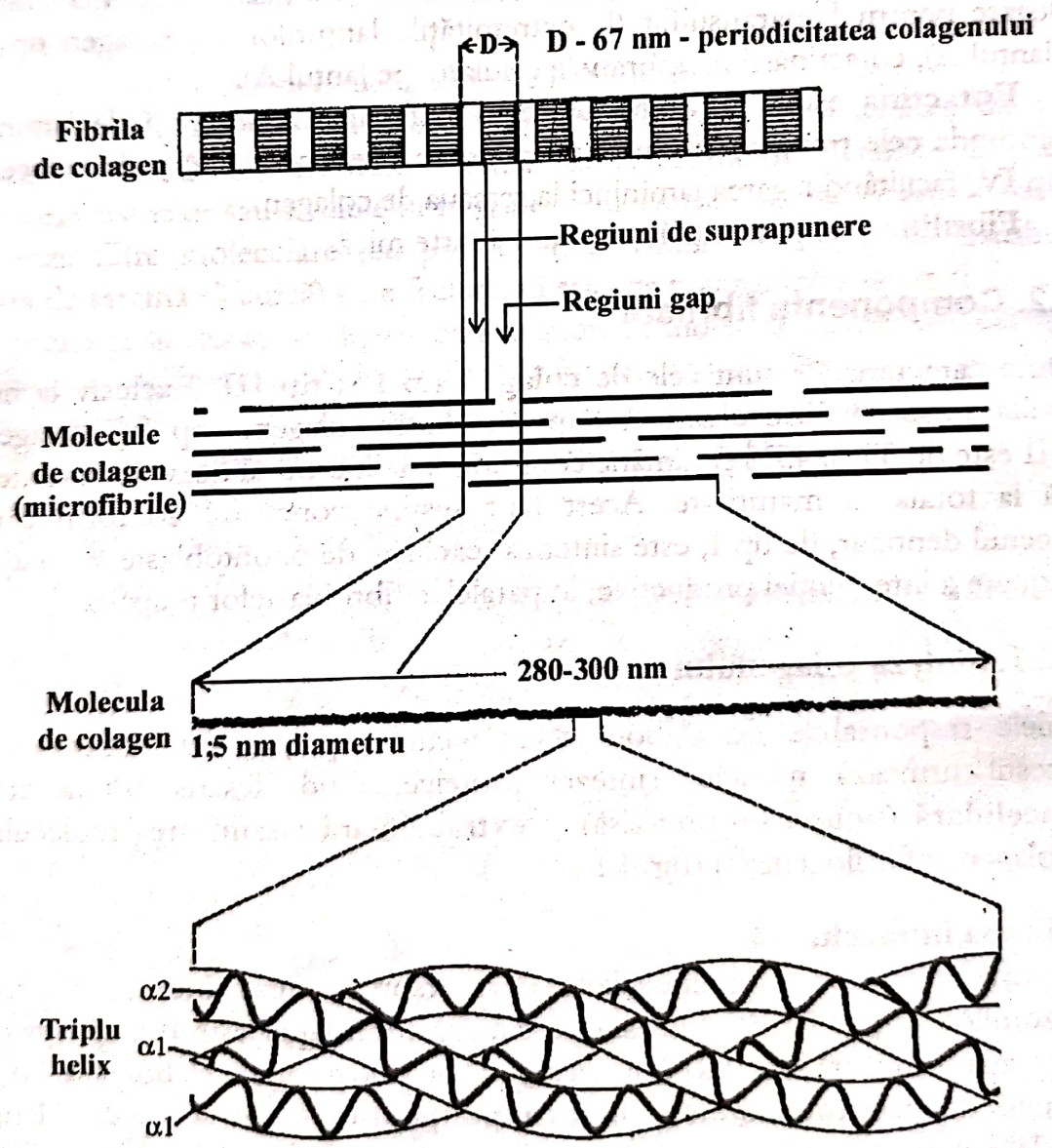


Fig. 4.1. Sinteza colagenului – adaptare după (Ross, Romrell, Kaye, 1995).

Scanned with OKEN Scanner

Trei molecule de **preprocolagen** (trei lanţuri pro-α) se aliniază între ele prin dezvoltarea legăturilor bisulfidice la extremităţile carboxiterminale şi, ulterior, se asamblează, dispunându-se într-o manieră helicoidală strânsă (**triplu helix**). Se formează astfel o moleculă de **procolagen**. Rigurozitatea existentă în alinierea moleculară este datorată propeptidelor, care, datorită legăturilor bisulfidice de la capătul carboxiterminal, nu se înfăşoară una în jurul celeilalte; ele conferă moleculei de procolagen un aspect de funie strâns împletită, cu margini franjurate, zdrenţuite. Propeptidele au proprietatea de a menţine individualitatea moleculelor de procolagen, împiedicând astfel agregarea lor spontană, intracelulară, în fibre de colagen. De asemenea, se formează legături de hidrogen în interiorul lanţurilor şi între lanţuri, care influenţează forma moleculei şi stabilizează interacţiunile dintre polipeptide.

Moleculele de procolagen părăsesc RER prin vezicule de transport şi ajung la nivelul aparatului Golgi, unde are loc o nouă transformare de tip glicozilare, prin adăugarea de oligozaharide la capătul carboxiterminal. Astfel, formarea moleculei de procolagen are loc la nivelul RER, dar se finalizează în aparatul Golgi.

Moleculele de procolagen, modificate şi definitivate, sunt aliniate şi împachetate ordonat în reţeaua transgolgiană şi eliberate rapid extracelular, prin **exocitoză**. Pentru aceasta, are loc o activare a elementelor de citoschelet (microtubuli şi filamente contractile) care sunt implicate în mişcarea veziculelor secretorii dinspre complexul Golgi spre suprafaţa celulei. Astfel, exocitoza este asistată de microtubuli şi microfilamente.

Formarea şi eliminarea moleculei de procolagen durează între 35-60 minute, intervalul fiind numit timp de tranzit.

Se sintetizează, de obicei, mai multe lanţuri polipeptidice decât este necesar, excesul fiind distrus prin intermediul lizozomilor celulari, sub acţiunea catepsinei.

- **Etapa extracelulară – fibrilogeneza**

Moleculele de **procolagen**, odată secretate în cantitate suficientă şi masiv concentrate, se vor asambla sub forma **fibrilei de colagen**, tipic bandate. Modalitatea exactă de desfăşurare a acestui proces este încă incertă.

În mediul extracelular, **enzime proteolitice** (procolagen peptidaze) clivează propeptidele situate la capetele amino şi carboxil ale procolagenului. Capătul carboxiterminal este eliminat complet, iar capătul aminoterminal – numai parţial. Clivarea are loc într-un punct precis determinat. Ca urmare a eliminării celor două extensii rezultă o moleculă mai scurtă, numită moleculă de **tropocolagen/colagen**.

În formarea de **fibrile**, aceste molecule (denumite microfibrile) se asamblează spontan în direcţii precise şi în manieră cap-coadă, într-un model regulat, care include serii ordonate de 5 unităţi microfibrilare. Cele 5 unităţi microfibrilare sunt paralele între ele, dar dispuse într-un aranjament cu aspect de "scară", datorat unei deplasări laterale constante (cu o pătrime de moleculă

Scanned with OKEN Scanner

– 67 nm) a fiecărei unităţi faţă de celelalte. **Spaţiile** dintre capetele şi cozile moleculelor succesive dintr-un singur şir se aliniază ca **regiuni gap**, lacunare sau libere, repetitive; spaţiul dintre coada unei molecule şi capul următoarei este de 40 nm. Această aliniere ar putea fi datorată porţiunii restante a capătului aminoterminal. Concomitent, **suprapunerile** capetelor şi cozilor din şirurile vecine (suprajacente, subjacente) sunt, de asemenea, într-o alternanţă unele cu altele, formând **regiunile de suprapunere**. Odată aliniate, microfibrilele pierd complet, sub acţiunea unei procolagen peptidaze, porţiunea restantă a capătului aminoterminal.

Se structurează astfel **fibrile** care prezintă o **bandare secvenţială** la **67 nm** (reprezentativă pentru anumite tipuri de colagen – I, II, III, V, VII). Această bandare este responsabilă de **periodicitatea colagenului**, care traduce alternanţa dintre regiunile gap/libere şi, respectiv, regiunile de suprapunere. Astfel, moleculele adiacente (din şiruri diferite) prezintă o deplasare, unele faţă de altele, cu 67 nm, iar între moleculele succesive (din acelaşi şir) există o distanţă de 40 nm. (Datele existente în literatura de specialitate situează periodicitatea colagenului între 64 şi, respectiv, 68 nm, după diferiţi autori.)

Formarea şi menţinerea structurii fibrilare este favorizată de către legăturile covalente încrucişate stabilite între reziduurile de lizină şi hidroxilizină ale moleculelor de tropocolagen adiacente, prin intervenţia lizilhidroxilazei. Ulterior, aranjamentul fibrilar este consolidat prin alte legături covalente încrucişate între macromoleculele de colagen individuale.

Maniera în care celula controlează aranjamentul ordonat al fibrilelor nou formate se realizează prin direcţionarea veziculelor secretorii către un anumit loc de la suprafaţă, unde are loc descărcarea. Celula creează simultan o adâncitură, plicaturare sau indentare la suprafaţa sa, pentru a permite concentrarea moleculelor secretate la locul de asamblare. Colagenul se asamblează în interiorul adânciturii, moleculele devenind aranjate în şiruri şi legate încrucişat. Orientarea fibrilelor este accentuată pe măsură ce celulele "trag" fibrilele şi le aranjează, pentru a le potrivi în matricea extracelulară.

Procesul de sinteză este dublat de un proces permanent de degradare a colagenului, între acestea existând un echilibru care asigură o cantitate adecvată de colagen. Degradarea colagenului este realizată prin intermediul unor enzime denumite metaloendoproteinaze de matrice, elaborate în principal de fibroblaste, dar şi de alte celule. Dintre acestea, rolul esenţial revine colagenazei, care acţionează iniţial asupra colagenului normal, neafectat, fiind capabilă să cliveze triplul helix la un pH neutru. Ulterior, alte enzime intervin în finalizarea degradării colagenului deja modificat (gelatinaza, ¾-colagen endopeptidaza).

4.1.2.2. Caracteristici structurale ale colagenului

Colagenul este o denumire generică pentru o familie de **proteine dure, inelastice**, care include mai multe tipuri de colagen (peste 15). Acest ansamblu cuprinde aproximativ 20% din proteinele existente în organism.

Scanned with OKEN Scanner

Colagenul formează o fibră flexibilă, care poate suporta o forţă de întindere importantă, mai mare decât cea a oţelului inoxidabil, la un diametru comparabil.

Fibrele de colagen au de obicei mai puţin de 10 μm diametru şi se dispun în fascicule lungi, ondulate, colorate roz în HE. În ME, fibrele de colagen prezintă striaţii transversale caracteristice la intervale regulate de 67 nm – reprezentând periodicitatea colagenului.

Conform datelor anterior prezentate în cadrul procesului de sinteză a fibrelor de colagen, acestea sunt formate din agregate de **fibrile** paralele, mai subţiri, cu diametru de 100-300 nm.

Fiecare fibrilă este constituită dintr-o asamblare extrem de bine organizată de 5 subunităţi şi mai mici, **molecule de tropocolagen/colagen**, cu dimensiuni de 280-300 nm lungime şi 1,5 nm diametru.

Moleculele de tropocolagen/colagen sunt compuse din trei lanţuri polipeptidice, numite **lanţuri α**, care formează un **triplu helix**. Fiecare lanţ α este codat separat de un ARN mesager.

Un lanţ α conţine aproximativ 1000 de reziduuri de aminoacizi, unde fiecare al treilea aminoacid este **glicină**, iar majoritatea aminoacizilor este compusă din **prolină, hidroxiprolină** şi **hidroxilizină**. Se consideră că glicina, datorită dimensiunii sale mici, permite strânsa asociere a celor trei lanţuri α.

Prezenţa hidroxiprolinei este specifică pentru colagen; aici acest aminoacid este mult mai bine reprezentat, comparativ cu elastina. Legăturile de hidrogen ale hidroxiprolinei menţin cele trei lanţuri α împreună, iar hidroxilizina face posibilă formarea fibrilelor, prin legarea moleculelor de colagen unele de altele.

Colagenul de tip I este compus din două lanţuri α1 identice şi un lanţ diferit, α2, are formula moleculară $[\alpha1(I)]_2\alpha2(I)$. El formează fibre groase şi este specific ţesutului conjunctiv lax, având funcţie de rezistenţă la forţă, tensiune şi întindere.

Colagenul de tip III este constituit din trei lanţuri α1 identice, formula moleculară fiind $[\alpha1(III)]_3$. Acest tip de colagen este cunoscut şi sub denumirea de **reticulină**, deoarece a fost considerat o entitate distinctă de colagen. De fapt, particularitatea structurală constă într-o înaltă glicozilare. El formează fibre subţiri, de 0,5-2 μm diametru, creează un suport structural şi conferă elasticitate.

Elemente suplimentare asupra fibrelor de colagen prezente la acest nivel au fost prezentate în volumul **Morfogeneza Sistemului Stomatognat**, capitolul **Dentinogeneza**, în discuţia legată de fibrele von Korff.

În pulpa dentară tânără, fibrele de colagen apar singure, izolate, disociate printre celulele pulpei. Pe măsură ce pulpa dentară înaintează în vârstă, cantitatea de colagen creşte, colagenul fiind organizat în mănunchiuri de fibre. Concentraţia cea mai mare de colagen se observă în porţiunea cea mai apicală a pulpei.

Scanned with OKEN Scanner

4.2. TERITORII CELULARE ÎN ARHITECTONIA PULPEI DENTARE

Celulele pulpei dentare sunt dispuse într-o manieră particulară, realizând un **aspect histologic specific** în MO (fig. 4.2., fig. 4.3., fig. 4.4.). Astfel, de la periferie spre centru se descriu **patru zone:**

- **zona odontoblastică;**
- **zona acelulară Weil (stratul subodontoblastic);**
- **zona bogat celulară;**
- **miezul pulpei.**

Primele trei zone, care includ şi plexul capilar subodontoblastic, alături de plexul parietal nervos, formează **teritoriul odontogenic** (pulpa periferică) (fig. 4.5.).

Zona liber celulară şi zona bogat celulară se definesc pe măsură ce dintele intră în ocluzie.

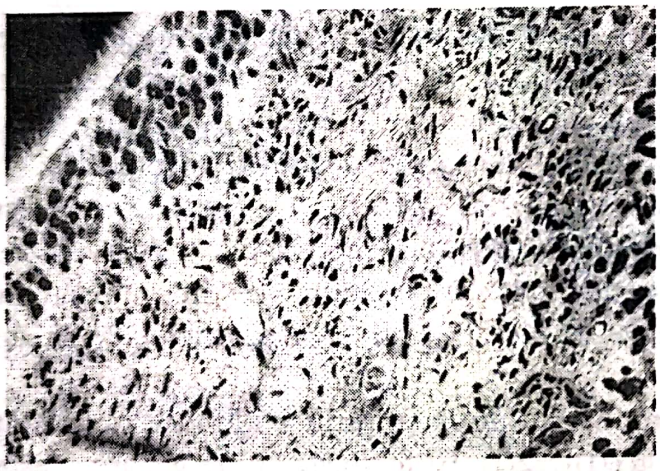


Fig. 4.2. Pulpă dentară – diferenţe morfologice între zona centrală şi zona periferică; capilare dispuse interodontoblastic (dinte demineralizat, HE, x 400).

Fig. 4.3. Pulpă dentară – zonă periferică: odontoblaste, zonă acelulară Weil, celule Hohl (dinte demineralizat, HE, 400).

Scanned with OKEN Scanner

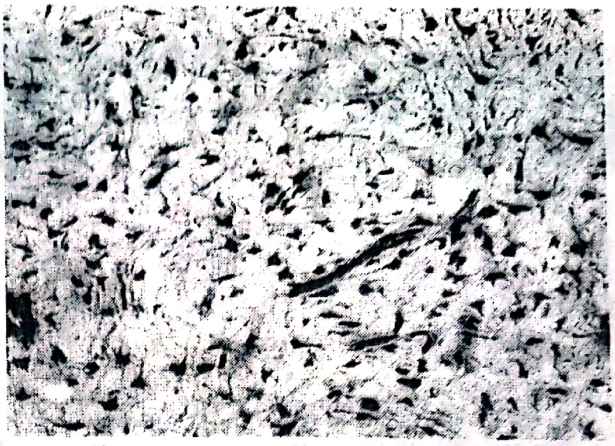


Fig. 4.4. Pulpă dentară – zonă centrală, caracterizată printr-o densitate celulară redusă comparativ cu zona periferică şi printr-un aspect omogen (dinte demineralizat, HE, x 400).

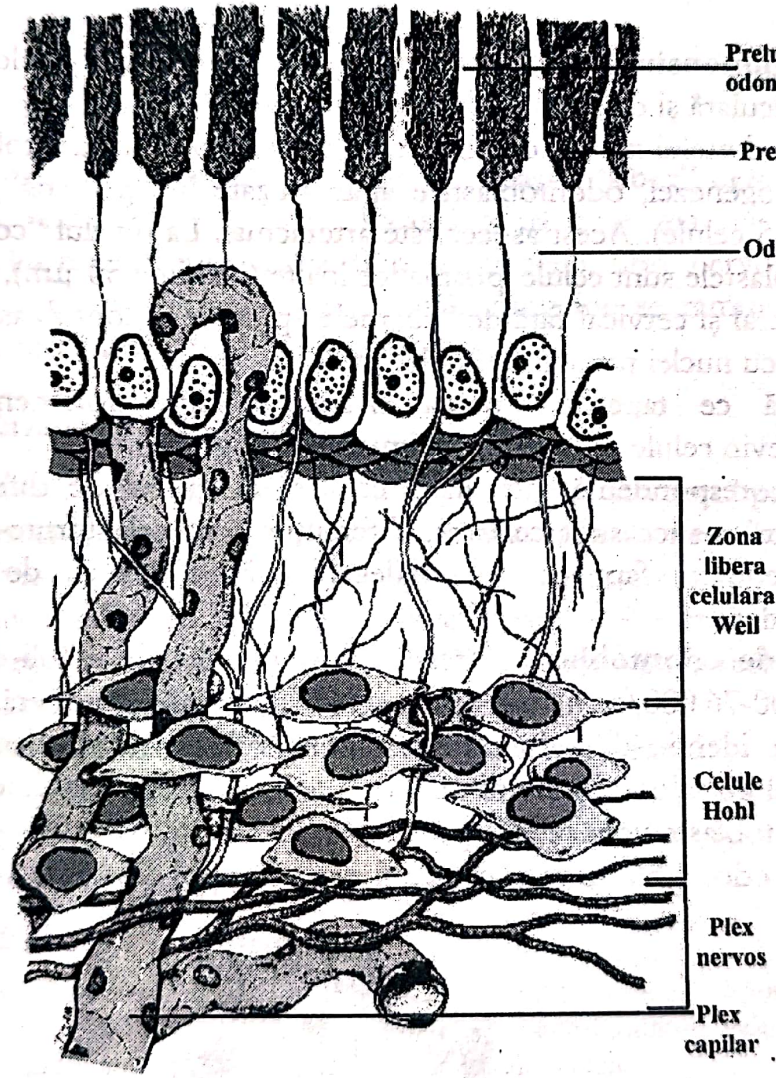


Fig. 4.5. Reprezentare schematică a teritoriului odontogenic – adaptare după (Avery, 1994).

4.2.1. Zona odontoblastică

Zona odontoblastică este formată din **odontoblaste**, aşezate într-un strat continuu care tapetează periferia pulpei dentare şi trimiţând o expansiune citoplasmatică (prelungirea odontoblastică) în dentină (fig. 4.6.).

Scanned with OKEN Scanner

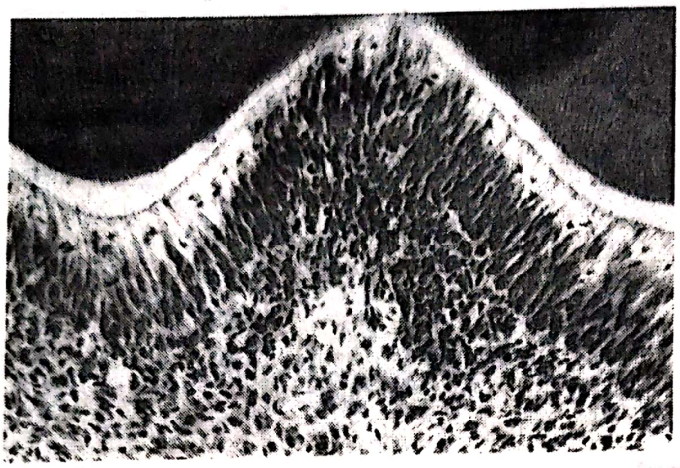


Fig. 4.6. Odontoblaste cu prelungiri Tomes evidente, în jurul cărora se edifică tubulii dentinari (dinte demineralizat, HE, x 400).

Forma şi dimensiunile odontoblastelor variază în funcţie de localizarea coronară sau radiculară şi de gradul de diferenţiere.

În coroana dintelui matur, datorită migrării centripete a odontoblastelor, în timpul dentinogenezei, odontoblastele apar aşezate în "palisadă", pe mai multe rânduri (3-5 celule). Acest aspect este artefactual. La nivelul "coarnelor" pulpare, odontoblastele sunt celule prismatice înalte (înălţime 50 μm), cu nuclei ovali, bazali. Lateral şi cervical faţă de "coarnele" pulpare, odontoblastele sunt celule cuboidale, cu nuclei rotunzi, centrali (fig. 4.7.).

Pe măsură ce tapetează pulpa radiculară, spre foramen apical, odontoblastele devin celule aplatizate, pavimentoase (fig. 4.8.).

Există o corespondenţă între talia celulară şi gradul de diferenţiere. Odontoblastele prismatice sunt cele mai diferenţiate, iar cele turtite sunt cel mai puţin diferenţiate, fapt care se reflectă şi în cantitatea de dentină corespunzătoare depusă.

Numărul de odontoblaste corespunde numărului de tubuli dentinari: există între 59.000-76.000/mm^2 tubuli dentinari în dentina coronară, ceea ce indică un număr identic de odontoblaste. Numărul de tubuli dentinari şi respectiv numărul de odontoblaste din dentina radiculară este mai mic. Astfel, numărul de odontoblaste variază în raport cu localizarea în spaţiul pulpar. Mai mult, numărul de odontoblaste variază şi în funcţie de tipul de dinte.

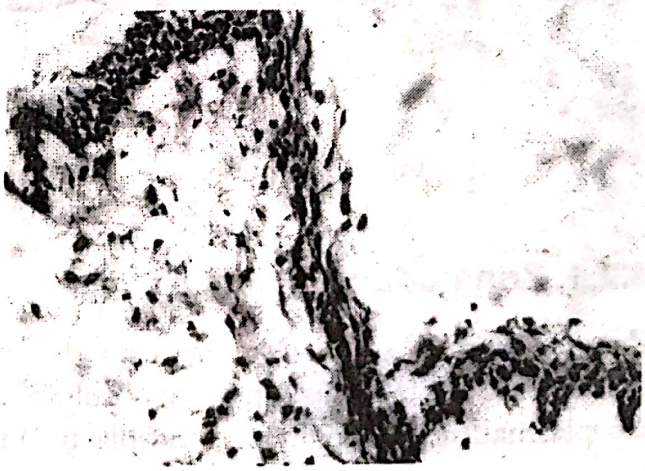


Fig. 4.7. Odontoblaste cuboidale la nivel coronar, lateral faţă de coarnele pulpare (pulpă dentară extrasă, HE, x 400).

Scanned with OKEN Scanner

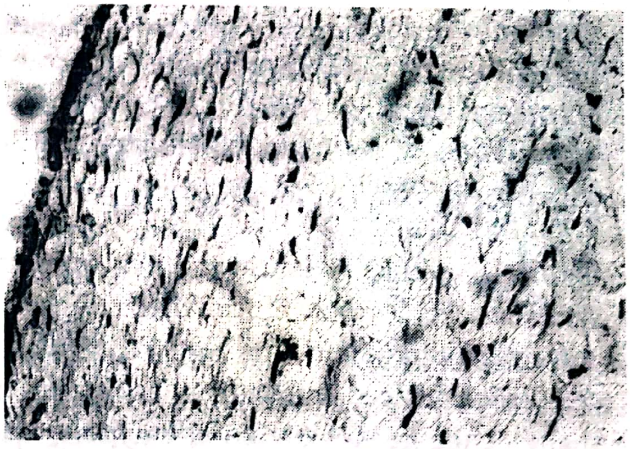


Fig. 4.8. Odontoblaste pavimentoase la nivel radicular (pulpă dentară extrasă, HE, x 400).

4.2.2. Zona acelulară Weil

Subjacent zonei odontoblastice există un **spaţiu "liber" celular**, în fapt cu o celularitate extrem de redusă. Această zonă este mai evidentă în pulpa coronară. La nivelul ei se găsesc fibre de colagen, fibre nervoase amielinice şi vase sanguine. Fibrele nervoase şi vasele sanguine se ramifică şi pătrund în stratul odontoblastic.

4.2.3. Zona bogat celulară

Este localizată subjacent zonei acelulare Weil, spre interiorul pulpei dentare. Se caracterizează printr-o **populaţie celulară densă**, neuniformă, alături de elemente vasculare şi nervoase. Celularitatea este mai marcată la nivel coronar decât la nivel radicular. De aceea, la nivel coronar se poate aprecia cu uşurinţă limita de separare dintre zona acelulară Weil şi zona bogat celulară, iar la nivel radicular, această limită este mai puţin evidentă.

Tipurile de celule prezente aici sunt: celulele Hohl (posibil cu capacitate de diferenţiere în odontoblaste mature, în urma unei lezări), celule nediferenţiate ectomezenchimale, fibroblaste, fibrocite, limfocite etc. Celularitatea creşte odată cu înaintarea în vârstă.

Consideraţii clinice

Fiind supusă permanent unor stimuli variaţi, endogeni şi exogeni, răspunsul acestei zone se traduce fie prin posibilitatea diferenţierii celulare, pentru anumite celule, fie prin creştere numerică, migrare şi modificări ale formei, pentru alte celule.

4.2.4. Miezul pulpei

Constituie masa cea mai internă a pulpei, fiind denumit şi regiunea **pulpei centrale**. Singura diferenţă faţă de zona bogat celulară care o înconjoară este densitatea populaţiei celulare, aici mult mai scăzută.

La acest nivel, se găsesc vasele sanguine mari şi trunchiurile nervoase ale pulpei dentare. Venulele au un diametru de 100-150 μm, iar arteriolele –

Scanned with OKEN Scanner

un diametru de 50-150 μm. Nervii mielinici şi amielinici au traiect asociat vaselor sanguine.

Tipurile de celule prezente aici sunt: celule nediferenţiate ectomezenchimale, fibroblaste, fibrocite, macrofage, limfocite, mastocite, plasmocite, polimorfonucleare etc.

4.3. CELULELE PULPEI DENTARE

Celulele pulpei dentare sunt reprezentate de odontoblaste (celule înalt specializate, formate prin diferenţierea celulelor ectomezenchimale), celule ectomezenchimale nediferenţiate, celule Hohl, fibroblaste, fibrocite, macrofage, celule dendritice, limfocite, plasmocite, mastocite, polimorfonucleare, precum şi alte celule în asociere cu elementele vasculare şi nervoase.

4.3.1. Odontoblastul

Odontoblastul, celulă cu **origine în crestele neurale**, este responsabil de **elaborarea dentinei**, prin sinteza şi depunerea matricei organice dentinare şi biomineralizarea acesteia.

Morfologia sa indică o activitate funcţională importantă, cu etape de sinteză activă alternând cu etape de repaus.

Procesul de diferenţiere a celulelor ectomezenchimale ale papilei dentare (localizate în apropierea joncţiunii amelodentinare sau a membranei bazale care separă papila dentară de epiteliul intern al organului smalţului) în odontoblaste necesită acţiunea inductoare a epiteliului intern al organului smalţului, exprimată direct prin diverşi factori de creştere (IGF, TGFβ, BMP_2). Celulele ectomezenchimale stelate devin ovalare sau prismatice înalte, mari, şi se divid, transformându-se în **preodontoblaste**, care nu se mai divid.

Preodontoblastul este o celulă polarizată, cu un pol bazal orientat către papilă şi un pol apical, secretor, orientat spre epiteliul intern al organului smalţului; plasmalema prezintă invaginaţii în special în zona dinspre membrana bazală; nucleul este situat central; cantitatea de organite celulare concentrate în centrul citoplasmei este redusă.

Trecerea la forma de odontoblast matur este marcată de apariţia extensiei citoplasmatice la nivelul polului apical – **prelungirea odontoblastică.**

Odontoblastele mature sunt caracterizate prin dezvoltarea marcată a organitelor celulare şi declanşarea proceselor secretorii intracelulare. Odontoblastul este o celulă terminală, odată diferenţiată nu mai poate prezenta alte diviziuni celulare.

Evoluţia **odontoblastului secretor** spre celula îmbătrânită – **odontoblastul în repaus** se realizează prin intermediul unui stadiu tranziţional – **odontoblastul tranziţional.**

Vom prezenta, în continuare, structura odontoblastului secretor, activ. El prezintă două componente principale: corpul celular şi prelungirea odontoblastică.

Scanned with OKEN Scanner

- **Corpul celular**

Corpul celular are o formă alungită, prismatică sau piriformă (înălţime 50 µm) la nivelul coroanei, cuboidală spre zonele cervicale şi radiculare, aplatizată spre apex. Nucleul este unic, fie oval şi bazal (la odontoblastele prismatice), fie rotund şi central (la odontoblastele cuboidale), cu cromatina abundentă dispersată şi, uneori, până la 4 nucleoli. Membrana plasmatică prezintă interdigitaţii laterale. Citoplasma, slab bazofilă, conţine organite celulare implicate în sinteza proteică bine reprezentate şi elemente de citoschelet.

În ME: mitocondriile sunt numeroase, dispersate în toată citoplasma; RER este extrem de bine dezvoltat, cisternele sale conţinând un material fin granular, din care se vor forma numeroase vezicule de transport, care se vor orienta spre complexul Golgi; complexul Golgi este iniţial dispersat difuz, apoi elementele sale devin concentrate în regiunea centrală a celulei, perinuclear, spre faţa dentinară; complexul Golgi elaborează vezicule secretorii care se dispun spre baza prelungirii odontoblastului; există şi alte vezicule alungite, electrondense şi delimitate de membrane, similare ca aspect cu lizozomii; elementele de citoschelet sunt reprezentate de filamente şi microtubuli.

- **Prelungirea odontoblastică**

Prelungirea odontoblastică apare la nivelul polului apical, secretor, al odontoblastului, ca o expansiune citoplasmatică ce se îngustează gradat. Ea rămâne inclusă în dentină, în interiorul tubulului dentinar, care se edifică în jurul ei.

Sunt descrise patru zone ale prelungirii odontoblastice: la nivelul pulpei dentare, la nivelul predentinei, la nivelul frontului de mineralizare şi inclusă în dentina circumpulpară.

Zona de trecere dintre corpul celular şi prelungire este caracterizată prin prezenţa unui cadru terminal. Plasmalema polului apical şi plasmalema de la baza prelungirii odontoblastice prezintă specializări structurale legate de funcţiile de exo şi endocitoză desfăşurate la acest nivel.

La nivelul prelungirii odontoblastice, citoplasma nu conţine organite celulare majore. Sunt prezente însă vacuole de secreţie de tip vezicule "cu manta" (care pot fuziona cu membrana celulară) şi câteva mitocondrii (mai frecvent în zona de predentină). Specifică este însă reţeaua de microtubuli şi filamente intermediare (actină, vimentină, tubulină) organizate într-un model liniar, în continuitate cu citoscheletul corpului celular.

Gradul de extindere a prelungirii odontoblastice în tubulul dentinar, respectiv în dentină, este discutabil. În urma numeroaselor cercetări de ME de baleiaj, de transmisie şi a studiilor de IHC (cu anticorpi monoclonali antiproteine de citoschelet), datele obţinute sunt controversate. Lamina limitans a tubulului dentinar poate fi confundată cu suprafaţa externă a prelungirii odontoblastice, ceea ce se întâmplă în ME de baleiaj. Dar prezenţa reacţiilor IHC pozitive pentru proteinele de citoschelet pe întreaga lungime a

Scanned with OKEN Scanner

tubulului dentinar pledează pentru existenţa prelungirii. Mai mult, ME de transmisie, utilizând în plus criofixare (pentru prevenirea artefactelor de contracţie a prelungirii datorate tenascinei – glicoproteină asociată cu mobilitatea) demonstrează existenţa prelungirii odontoblastice atât în dentina circumpulpară, cât şi în dentina periferică, până la joncţiunea amelodentinară. În urma acestor studii a fost introdus conceptul conform căruia unele prelungiri odontoblastice traversează în totalitate dentina, iar altele numai parţial.

- **Joncţiunile**

Joncţiunile dintre odontoblaste sunt de tip: **zonula occludens** (strânse), **zonula adherens** (centri de adeziune), **desmozomi** şi **gap**.

Complexele joncţionale cele mai evidente se realizează la zona de trecere dintre corp şi prelungirea odontoblastică, fiind formate dintr-o alternanţă de joncţiuni occludens/adherens, la care participă şi **cadrul terminal**. Cadrul terminal se edifică din filamente de actină, care se inseră în joncţiunile adherens, creând astfel încă o modalitate de adeziune strânsă între odontoblaste. Este susţinută ideea că aceste complexe joncţionale au caracter de zonulă, înconjurând complet celulele. Totuşi, fibrele nervoase se pot insinua printre odontoblaste, pătrunzând chiar în interiorul tubulilor dentinari, iar experienţe cu trasori moleculari marcaţi indică pătrunderea unor molecule din spaţiul inter odontoblastic în predentină. De aceea, este acceptat faptul că modul de funcţionare a complexelor joncţionale se poate modifica în mod selectiv, devenind uneori mai puţin strâns. Rolul principal al complexelor joncţionale rămâne însă menţinerea integrităţii stratului de odontoblaste, împiedecând pătrunderea substanţelor de tip toxine sau a produşilor bacterieni.

Joncţiunile gap sunt localizate frecvent pe feţele laterale şi la baza odontoblastelor, unde pot realiza legături cu fibroblastele pulpare. Ele se constituie în arii de rezistenţă electrică redusă, prin care sunt posibile schimburi selective de substanţe între odontoblaste. Apar sub formă de structuri circumscrise, cu canale tubulare de 2 nm, înconjurate de inele de proteine din membranele plasmatice adiacente, care traversează joncţiunile gap şi leagă interiorul odontoblastelor adiacente. Fiecare jumătate a joncţiunii gap este reprezentată de conexină – un hexamer echivalent simetric cu 6 molecule de 27 kDa.

În reglarea joncţiunilor gap intervin: modificări de pH, concentraţia de calciu şi modificări de voltaj. Deschiderea joncţiunilor gap permite difuzarea unor ioni şi molecule (AMP ciclic, Ca^{2+}), implicate în modularea activităţii celulare. Rolul joncţiunilor gap constă în reglarea creşterii şi diferenţierii odontoblastelor şi în coordonarea dentinogenezei. Numărul lor este variabil, ele putând dispare şi reapare în raport cu necesităţile funcţionale.

- **Variante ale odontoblastului**

Odontoblastul tranziţional este un stadiu celular identificabil doar în ME. El reprezintă maniera de evoluţie a celulei active spre odontoblastul bătrân. Celula

Scanned with OKEN Scanner

se îngustează, nucleul apare migrat de la polul bazal, cu cromatina condensată. Cantitatea de RER este diminuată, iar cisternele rămase înconjoară nucleul. În citoplasmă apar vacuole autofagice – markeri de reorganizare citoplasmatică.

Odontoblastul în repaus/bătrân este o celulă mai puţin înaltă (45 μm), cu citoplasma redusă şi nucleul intens bazofil, situat spre polul apical. În citoplasmă, organitele celulare reduse cantitativ apar aglomerate, constituind o regiune subnucleară proeminentă. Citoplasma supranucleară este lipsită de organite celulare şi granule secretorii, dar persistă elementele de citoschelet şi apar vacuole mari, pline cu lizozomi.

Se consideră că durata de viaţă a odontoblastului este egală cu cea a dintelui viabil. În cazul lezării dentinei şi expunerii pulpei dentare, poate fi indus un proces de reparare, cu formare de dentină nouă. Acest proces se bazează pe **celule odontoblast-like**, existente în stare latentă în zona bogat celulară subodontoblastică, care pot fi stimulate în anumite condiţii. **Celulele odontoblast-like** produc o dentină reparativă. Odată dintele format, cu înaintarea în vârstă, odontoblastele produc în continuare dentină, dar cu o rată de depunere foarte redusă. În procesul de îmbătrânire normală a dintelui, uneori unele odontoblaste dispar, fără a mai fi înlocuite. De asemenea, în procesul de îmbătrânire, odontoblastele răspund mai greu la lezări (deşi păstrează încă capacitatea de reglare a sintezei proteice), astfel încât cantitatea de dentină produsă şi mineralizată este variabilă.

4.3.2. Celula ectomezenchimală nediferenţiată

Celula ectomezenchimală nediferenţiată este elementul din care se formează fibroblastele şi odontoblastele (în funcţie de stimuli diferiţi) şi reprezintă **celula de rezervă** pentru ţesutul conjunctiv al pulpei dentare în condiţii fiziologice şi uneori patologice. În cazul lezării odontoblastelor, aceste celule pot migra spre dentină, depăşind zona acelulară Weil şi diferenţiindu-se în odontoblaste, care vor forma fie o dentină secundară, regulată, tubulară, fie o dentină terţiară, reparativă, neregulată.

Celula ectomezenchimală nediferenţiată este localizată în zona bogat celularizată şi în zona centrală a pulpei, cel mai frecvent în vecinătatea vaselor. De obicei, este dificil de identificat în MO, deoarece prezintă similitudini morfologice cu fibroblastul sau, uneori, cu celulele endoteliale. Totuşi, forma este poliedrică (nu stelată sau fuziformă); nucleul este mare, oval sau elongat, palid, central, citoplasma este abundentă, cu numeroase prelungiri. Numărul acestor celule scade cu vârsta, fapt care reduce potenţialul regenerator al pulpei dentare.

4.3.3. Fibroblastul, fibrocitul

Fibroblastul reprezintă elementul celular cel mai bine reprezentat numeric în pulpa dentară. Este localizat în tot ansamblul pulpei dentare, dar în special în zona periferică a pulpei coronare, unde constituie **populaţia principală** a zonei bogat celulare.

Scanned with OKEN Scanner

Rolul său este extrem de important, prin producerea de **colagen** şi **substanţă fundamentală**, contribuind permanent la sinteza matricei pulpare. Concomitent însă, poate interveni enzimatic şi în degradarea matricei pulpare. Echilibrul dintre sinteză şi degradare conduce la menţinerea unei matrici pulpare adecvate.

Ca în orice ţesut conjunctiv, există cele două varietăţi celulare: celula tânără – **fibroblastul**, în activitate şi celula în repaus – **fibrocitul**. În MO **fibroblastul** apare stelat, cu nucleu mare, nucleol evident, citoplasmă bine reprezentată, bazofilă. Prezintă prelungiri citoplasmatice lungi, prin care se interconectează cu fibroblastele adiacente sau, uneori, chiar cu odontoblastele, prin joncţiuni gap. ME relevă prezenţa unui număr important de organite celulare, implicate în sinteza proteică: RER, complex Golgi, mitocondrii. **Fibrocitul** are dimensiuni mai mici, este turtit, fuziform, cu nucleu elongat şi hipercromatic, citoplasmă redusă, eozinofilă. ME indică reducerea organitelor celulare. Numărul acestor celule scade cu vârsta, şi consecutiv creşte densitatea fibrilară. (Deoarece sunt celule proprii ţesutului conjunctiv, elemente legate de morfologia şi funcţia fibroblastelor/fibrocitelor sunt reluate în cadrul capitolelor **Parodonţiul** şi **Mucoasa orală**.)

Prin sinteza de matrice extracelulară fibroblastul are rol în procesele de vindecare a leziunilor pulpare. Unii specialişti susţin ideea conform căreia fibroblastul însuşi (şi nu celula ectomezenchimală nediferenţiată) se poate transforma, în urma unei stimulări corespunzătoare (factori de creştere, BMP, citokine, mediatori ai inflamaţiei), în odontoblast, intervenind astfel în procesele de reparare pulpodentinară.

4.3.4. Celula Hohl

Celula Hohl este localizată în zona bogat celulară, se pare că este o **formă intermediară** între fibroblast şi odontoblast. Este implicată în elaborarea colagenului şi a substanţei fundamentale a pulpei, având şi activitate enzimatică. În condiţii speciale, participă la elaborarea dentinei reacţionale.

4.3.5. Macrofagul

Macrofagul este localizat în special în miezul pulpei. Aspectul în MO este de celulă mare, ovală sau fuziformă, cu nucleu hipercromatic; în citoplasmă există uneori spaţii mai clare (în ME corespund prezenţei de lizozomi mari) sau granule mici, rezultat al procesului de fagocitoză.

Celulele sunt implicate în principal în procese de apărare, precum şi în eliminarea celulelor moarte. Există date care susţin fenomenul de apoptoză al fibroblastelor pulpare şi prezenţa unui turnover al acestora, în menţinerea căruia intervin şi macrofagele. (Date suplimentare despre morfologia şi funcţia macrofagului – celulă migrată a ţesutului conjunctiv – sunt prezentate în capitolul **Mucoasa orală**.)

Scanned with OKEN Scanner

4.3.6. Celula dendritică

Celula dendritică aparţine categoriei de **celule prezentatoare de antigene**. Are o funcţie similară celulelor Langerhans din piele, respectiv preluarea, procesarea şi prezentarea antigenelor, limfocitelor T. Celulele dendritice sunt localizate în relaţie cu odontoblastele, prin intermediul prelungirilor lor dendritice extinse, care pot pătrunde chiar printre odontoblaste. De asemenea, apar în relaţie strânsă cu elementele vasculare şi nervoase. Nu pot fi identificate în MO, dar sunt evidenţiate prin tehnică IHC.

Numărul lor creşte în condiţii patologice: apar după necroză pulpară, în interiorul pereţilor granuloamelor periapicale şi în caria dentară, când pot ocupa spaţiu chiar în stratul de odontoblaste şi îşi pot trimite prelungirile dendritice în interiorul tubulilor dentinari. Celulele dendritice şi macrofagele reprezintă 8% din populaţia celulară pulpară, raportul citat fiind de 4:1.

4.3.7. Limfocitul

Populaţia limfocitară poate fi observată în special în miezul pulpei.

Limfocitul este uşor identificabil în MO, datorită aspectului specific: formă rotundă, nucleu mare, central, uşor indentat, hipercromatic, halou redus de citoplasmă palid bazofilă, în care pot fi prezente câteva granule azurofile. În raport cu dimensiunile, limfocitele pot fi mici (8-10 μm), mijlocii (12-15 μm) şi mari (15-18 μm), dar limfocitele mici sunt cele mai numeroase.

În ME, organitele celulare sunt slab reprezentate: câteva mitocondrii, ribozomi liberi, aparat Golgi mic şi câţiva centrioli (în zona de indentare a nucleului), RER redus, un număr mic de lizozomi denşi (substratul granulelor azurofile). IHC, prin utilizarea anticorpilor monoclonali care evidenţiază markerii de suprafaţă celulară, permite identificarea a două populaţii principale de limfocite: limfocite T (caracterizate prin prezenţa TCR, moleculelor tip CD şi a receptorilor pentru IL) şi limfocite B (caracterizate prin prezenţa imunoglobulinelor de suprafaţă).

La nivel pulpar, se remarcă prezenţa limfocitelor de tip T, cele de tip B fiind absente.

4.3.8. Alte celule – libere şi în asociere cu elementele vasculare şi nervoase prezente în pulpă

Prezente uneori în pulpa dentară, pot fi observate: **mastocite, polimorfonucleare, plasmocite** etc. (Deoarece aceste celule constituie celule migrate specifice ţesutului conjunctiv, ele vor fi prezentate în capitolul **Mucoasa orală**.)

Celulele endoteliale sunt prezente în interiorul vaselor sanguine. Citoplasma lor (în special în vasele de tip limfatic) conţine organite celulare, alături de corpusculii/granulele Weibel-Palade şi factorul von Willebrandt, cu rol în hemostază. Au rol în transportul transcelular şi, în cazul capilarelor, în producerea de membrană bazală, prin sinteză de colagen tip IV.

Scanned with OKEN Scanner

Pericitul este o celulă cu origine în celulele mezenchimale nediferenţiate, localizată adiacent celulelor endoteliale şi înconjurându-le parţial. (Structura pericitului, celulă proprie ţesutului conjunctiv, este detaliată în capitolul **Mucoasa orală**.)

Celulele Schwann sunt prezente în jurul fibrelor nervoase şi sunt responsabile de formarea tecii de mielină.

5. VASCULARIZAŢIA PULPEI DENTARE

Este foarte bine reprezentată, condiţionând vitalitatea întregului complex dentinopulpar.

5.1. VASCULARIZAŢIA SANGUINĂ

Vascularizaţia sanguină este asigurată prin una-două **artere** (artera pulpară şi artera periodontală, ramuri din artera dentară) cu diametrul de 150 µm, care pătrund în pulpa dentară prin foramenul apical, acompaniate de fascicule nervoase simpatice şi senzoriale.

Concomitent, **arteriole** mai mici (ramificaţii ale arterei periodontale) pot pătrunde în pulpa dentară prin foramenele accesorii, fără a fi însoţite de elemente nervoase. Odată pătrunse în pulpă, unde se dispun în axul central radicular, toate aceste vase de tip arterial îşi cresc calibrul, în paralel cu reducerea grosimii tunicii medii musculare (fig. 4.9.).

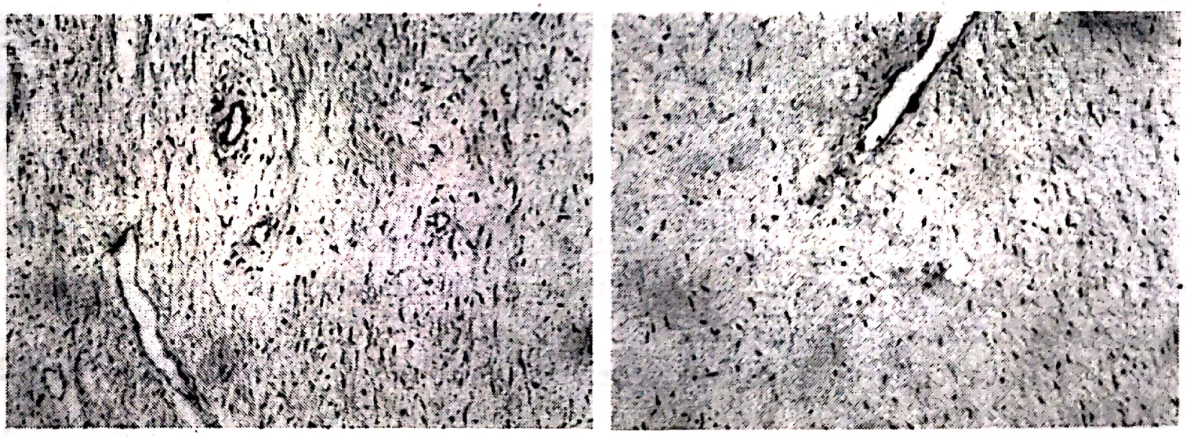


Fig. 4.9. Elemente de vascularizaţie arterială în zona centrală a pulpei dentare, la nivel radicular (dinte demineralizat, HE, x 200).

Arteriolele emit ramificaţii laterale atât în regiunea radiculară, cât şi în regiuriea coronară, care se orientează spre periferie, spre zona subodontoblastică. Aceste ramificaţii laterale sunt mult mai numeroase însă în pulpa coronară.

Aici, prin continuarea ramificării, se formează o **reţea capilară extinsă**, numită **plex capilar** (fig. 4.10.).

Capilarele, cu un diametru de 4-8 µm, sunt localizate predominant sub stratul de odontoblaste. Unele dintre ele se pot insinua printre corpurile odontoblastelor, ajungând în strânsă comunicare cu predentina (fig. 4.2.).

Scanned with OKEN Scanner

În stratul de odontoblaste există atât capilare de tip continuu, cât şi capilare de tip fenestrat. Capilarele fenestrate prezintă pori mici, care permit trecerea rapidă, din lumen în ţesutul conjunctiv înconjurător, a anumitor substanţe, eventual celule, precum şi preluarea, din ţesutul conjunctiv înspre lumen, a reziduurilor metabolice.

Localizarea acestui plex capilar este importantă deoarece el asigură substanţele necesare (nutrimente, oxigen) pentru susţinerea dentinei.

În dedublări ale membranei bazale ale capilarelor au fost identificate pericite, denumite **celule Rouget**. Corpul celular al pericitelor înconjoară parţial circumferinţa capilarelor, formând o teacă incompletă. Se pare că la acest nivel funcţia principală a pericitelor este de a interveni, prin proprietăţi contractile, pentru a reduce diametrul lumenului capilar.

Tot la acest nivel coronar, independent de formarea plexului capilar, arteriolele pot descrie bucle în "U"; această modalitate de dispunere intervine, se pare, în reglarea fluxului sanguin.

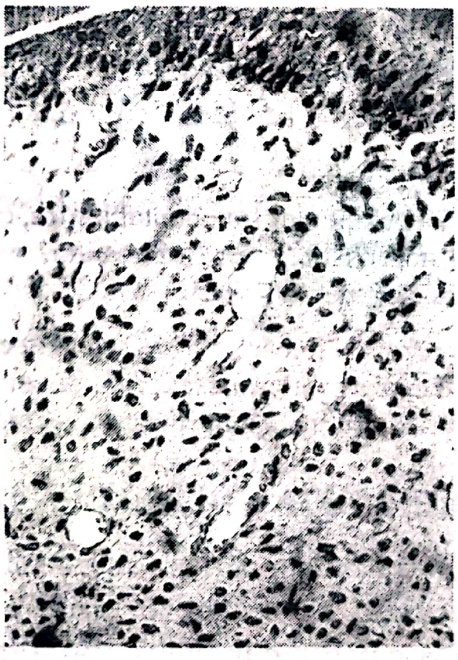


Fig. 4.10. Elemente de vascularizaţie de tip arterial şi capilar în zona centrală şi periferică a pulpei dentare, la nivel coronar (dinte demineralizat, HE, x 400).

Microcirculaţia poate fi şuntată prin anastomoze arteriovenoase localizate mai ales sub stratul de odontoblaste. Ele reprezintă puncte de comunicare directă, cu aspect arteriolar, la nivelul cărora endoteliul are dimensiuni cuboidale (şi nu pavimentoase), proeminând în interiorul lumenului. Atât şunturile arteriovenoase, cât şi capilarele fenestrate pot avea rol în reducerea presiunii interstiţiale din ţesutul conjunctiv al pulpei, în stări de inflamaţie.

Circulaţia de întoarcere porneşte de la nivelul plexului capilar, către vene, printr-un sistem extins de **venule**, cu diametru comparabil cu arteriolele (100-150 μm), cu lumenul larg, dar cu peretele mult mai subţire datorită tunicii medii care este subţire sau întreruptă. Venulele confluează în **vene**, care părăsesc pulpa dentară prin foramenul apical.

Scanned with OKEN Scanner

5.2. VASCULARIZAȚIA LIMFATICĂ

Vascularizația limfatică se formează în regiunea coronară a pulpei sub formă de vase mici, oarbe, cu perete subțire și lumen ondulat. Au ulterior o orientare spre regiunea radiculară, unde confluează în unu-două vase limfatice mari, care părăsesc pulpa dentară prin aceeași cale, a foramenului apical.

Peretele vascular prezintă discontinuități celulare (arii de deschidere completă între joncțiunile celulare endoteliale) și ale membranei bazale, ceea ce permite comunicarea între interiorul vasului și pulpă. Mai mult, celulele endoteliale prezintă expansiuni citoplasmatice care se interdigitează uneori, formând un sistem intraparietal de canale.

Vasele pulpei dentare sunt **inervate** în principal de fibre nervoase adrenergice, cel mai frecvent amielinice aparținând sistemului nervos simpatic (în raport cu tunica medie a arteriolelor, la nivelul căreia se stabilesc relații, controlând musculatura netedă a vaselor sanguine). Există și terminații nervoase libere aferente, care stabilesc relații cu întreg sistemul circulator, și eliberează substanțe de tip neuropeptide (substanța P, peptidul legat de gena calcitoninei). Astfel, vascularizația pulpei dentare este influențată de stimularea simpatică.

Considerații clinice

Datorită poziției lor subodontoblastice, capilarele pot fi afectate în manevrele de preparare a cavităților. Astfel, prin lezarea lor, va fi posibilă difuzarea plasmei și a elementelor sanguine în spațiul pulpar.

În procesul de îmbătrânire, vasele pulpei pot prezenta, ca oriunde în organism, procese de ateroscleroză și arterioloscleroză; se pot forma trombi, eventual emboli care, dacă obturează un capilar terminal, pot provoca o necroză pulpară localizată.

6. INERVAȚIA PULPEI DENTARE

Inervația pulpei dentare este realizată de **nervi simpatici postganglionari** și **senzoriali**, cu origine în ganglionul cervical superior și trigeminal. Fibrele nervoase pătrund în pulpă prin foramen apical, urmează același traiect cu vasele sanguine aferente iar la nivelul camerei pulpare se ramifică intens spre periferia pulpei.

Nervul alveolar inferior (cu origine în a treia diviziune a ganglionului trigeminal) asigură inervația dinților mandibulari. Nervii alveolari anterior, median, și superoposterior asigură inervația dinților maxilari.

Fasciculele nervoase sunt constituite din axoni mielinizați și amielinizați. Clasificarea axonală se face după diametrul și viteza de conducere, astfel: axonii mielinizați conțin predominant fibre Aδ (diametru 1-6 μm, conducere rapidă) și în procent foarte mic (1%) fibre Aβ (diametru 6-12 μm); axonii amielinizați conțin fibre C (diametru 0,4-1,2 μm, conducere lentă).

Pe măsură ce fasciculele nervoase se orientează dinspre pulpa radiculară spre pulpa coronară, axonii mielinizați își pierd progresiv teaca de mielină. Apare astfel un procent crescut de axoni amielinizați în teritoriul coronar.

Scanned with OKEN Scanner

În molari şi premolari pătrund două-trei ramificaţii nervoase, iar în incisivi şi canini pătrund de obicei trunchiuri unice. La nivel radicular sunt emise doar câteva ramificaţii terminale, majoritatea ramificaţiilor nervoase formându-se la nivelul pulpei coronare. Aici, fiecare fibră dă aproximativ 8 ramuri terminale care participă la formarea plexului nervos din zona acelulară Weil, denumit plex subodontoblastic Raschkow. La nivelul rădăcinii nu există un corespondent al acestui plex, fiecare fibră nervoasă inervează o arie proprie.

Plexul subodontoblastic Raschkow este format, în principal, din terminaţii nervoase libere amielinizate. Din plex pleacă alte ramificaţii care trec printre şi în jurul corpurilor odontoblastelor, instalându-se în stratul de odontoblaste.

Un număr mic de axoni are capacitatea de a pătrunde într-o manieră particulară printre odontoblaste, formând o depresiune pe suprafaţa corpului lor celular, pentru ca apoi să pătrundă în tubulul dentinar, mergând în paralel cu prelungirea odontoblastică. **Terminaţia nervoasă** este situată foarte aproape de prelungirea odontoblastică (20 nm), uneori fiind descrise contacte mai apropiate: fibra nervoasă realizează o depresiune chiar pe suprafaţa prelungirii odontoblastice. Studiile de specialitate nu au putut demonstra însă, până în prezent, existenţa de joncţiuni sau formarea de sinapse între prelungirea odontoblastică şi fibra nervoasă.

Densitatea inervaţiei este mai mare în dentina coronară situată deasupra "coarnelor" pulpare şi mai mică în dentina coronară neasociată acestora. În plus, există diferenţe semnificative de distribuţie a inervaţiei în predentină, front de mineralizare şi dentină mineralizată; în aceasta din urmă există o reducere importantă a asocierii cu fibre nervoase. Sunt citate următoarele date: pentru premolari, la nivelul vârfurilor pulpare, în predentină 27% din tubulii dentinari prezintă terminaţii nervoase, în frontul de mineralizare – 11% iar în dentina mineralizată – 8%; în lateralul vîrfurilor pulpare, în predentină 14% din tubulii dentinari prezintă terminaţii nervoase, în frontul de mineralizare – 6% iar în dentina mineralizată – 2%. Altă modalitate de raportare a prezenţei terminaţiilor nervoase în tubulii dentinari indică prezenţa în "coarnele" pulpare coronare a unei terminaţii nervoase la fiecare al zecelea tubul dentinar deşi, pentru arii mici, se citează şi o terminaţie nervoasă la doi tubuli dentinari.

Oricum, tubulii dentinari în care prelungirea odontoblastică este acompaniată de fibre nervoase reprezintă un procent extrem de limitat din numărul total al tubulilor dentinari.

Fibrele nervoase din tubulii dentinari sunt fibre nervoase izolate care pleacă din plexul Raschkow, cu o orientare în unghi drept spre tubulii dentinari; cele care au posibilitatea să ajungă chiar la deschiderea tubulului dentinar pot pătrunde în lumen, între prelungirea odontoblastică şi perete, şi vor înainta până în momentul în care ajung la suprafaţa dentinei intratubulare; de aici înainte, înaintarea în paralel cu prelungirea odontoblastică este oprită. Pătrunderea lor poate să atingă până la 200 μm în dentină, iar o fibră nervoasă acoperă o arie de 100.000 μm^2.

Scanned with OKEN Scanner

Fibrele nervoase asociate cu odontoblastele sau cu prelungirile odontoblastice conţin vezicule electrondense şi/sau electrontransparente, spre deosebire de unele fibre nervoase din pulpa coronară sau radiculară care conţin vezicule cu miez dens, pozitive pentru catecolamine în coloraţie IHC. Aceste fibre nervoase (simpatice postganglionare) caracterizate prin prezenţa veziculelor cu miez dens au rol în reglarea fluxului sanguin pulpar, coronar sau radicular. Unele dintre fibre sunt asociate cu capilarele sanguine din zona odontogenă, având un posibil rol în modularea răspunsului nociceptorilor senzoriali (prin reglarea aportului vascular), în modificarea răspunsului odontoblastelor la injurii, în recrutarea celulelor ectomezenchimale nediferenţiate capabile de transformare (după lezarea pulpei) şi în reglarea metabolismului odontoblastelor.

Un element interesant observat a fost prezenţa în veziculele din terminaţiile nervoase ale pulpei dentare a neurotransmiţătorilor (peptidul legat de gena calcitoninei, enkefalina, neuropeptidul Y, VIP, substanţa P, somatostatinul, serotonina, acetilcolina, noradrenalina). Aceştia apar în special în terminaţiile nervoase adiacente odontoblastelor. Se pare că neurotransmiţătorii acţionează numai în timpul transmisiei sau modulaţiei mecanorecepţiei nociceptive, nefiind dovedită implicarea lor în modificarea capacităţii de răspuns a odontoblastelor la leziuni.

Ansamblul inervaţiei complexului dentinopulpar permite diferenţierea între stimularea mecanică, termică şi tactilă. Deşi răspunsul la majoritatea stimulilor senzoriali este tradus prin durere, pot fi apreciate şi senzaţii de presiune şi temperatură.

7. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE PULPEI DENTARE

7.1. CALCIFICĂRILE PULPARE

Calcificările pulpare sunt rezultatul unor procese de mineralizare atipică. Ele apar frecvent, în dinţii sănătoşi, erupţi sau neerupţi, la nivelul pulpei sau la marginea dentinei.

Pot fi clasificate în două categorii: **denticuli** sau **pulpoliţi** ("pietrele" pulpei) şi **calcificări difuze**.

7.1.1. Denticulii

Denticulii sau **pulpoliţii** au aspectul unor mase calcificate, în care raportul Ca/P este similar cu cel existent în dentină.

Pot fi unici sau multipli, prezenţi la un dinte, în mai mulţi dinţi sau în toţi dinţii unui individ (ceea ce indică o predispoziţie genetică). Localizarea este mai frecventă în zona de planşeu a camerei pulpare, în interiorul canalului radicular sau la apex. Pot fi liberi în ţesutul conjunctiv al pulpei ("piatră liberă") sau ataşaţi de dentină/predentină, fie prin unirea cu acestea, fie prin înglobarea de către dentina secundară ("piatră ataşată").

Scanned with OKEN Scanner

Există două tipuri principale de denticuli: **denticuli reali** şi **denticuli falşi.**

Denticulii reali au o structură internă de tubuli dentinari în matrice dentinară şi sunt înconjuraţi la suprafaţă de celule "osteoblast-like".

Denticulii falşi sunt compuşi din straturi concentrice, lamelare sau uneori radiare, de matrice dentinară mineralizată, formate de obicei prin depunerea în jurul unor fibre de colagen densificate, a unor trombi de sânge sau a unor celule în curs de degradare/complet degradate; nu conţin tubuli dentinari; pe suprafaţa lor, ocazional, pot fi ataşate celule aplatizate sau fuziforme.

Apariţia unor denticuli falşi, în model concentric sau linear, se poate datora unor arii neregulate de calcificare distrofică, localizate în special în pulpa centrală.

7.1.2. Calcificările difuze

Calcificările difuze apar atât în zona de pulpă coronară, cât şi radiculară, cu o dispoziţie liniară, asociată cu vascularizaţia: de jur-împrejurul vaselor sau chiar în pereţii acestora. Acest proces degenerativ este analog cu ateroscleroza şi se pare că este declanşat de microtraumatisme ale pulpei dentare.

Consideraţii clinice

Prezenţa denticulilor influenţează volumul pulpar şi diminuează celularitatea în zona respectivă. În cazul localizării radiculare, împiedică debridarea şi lărgirea canalului radicular, practicată prin tratament endodontal. Simptomatologia pulpară apare în cazul în care, prin creştere în dimensiuni, vin în contact cu un nerv sau cu un vas sanguin, dar durerea pulpară nu poate fi corelată direct cu prezenţa lor.

7.2. TRANSFORMĂRILE ÎN RELAŢIE CU VÂRSTA

Transformările pulpei dentare în relaţie cu vârsta determină o rezistenţă mai crescută la factorii agresivi din mediu. Totuşi, înaintarea în vârstă scade capacitatea de reparare a pulpei.

7.2.1. Reducerea dimensiunilor pulpei dentare

Reducerea dimensiunilor pulpei dentare este cea mai evidentă transformare a pulpei dentare observată odată cu înaintarea în vârstă. Este datorată procesului continuu de depunere a dentinei, chiar dacă rata de depunere este mult încetinită, şi constă în scăderea volumului camerei pulpare şi a canalului radicular.

Uneori, o depozitare inegală de dentină secundară la nivelul camerei pulpare determină o reducere asimetrică în mărime şi consecutiv o modificare a camerei şi vârfurilor pulpare.

Aceste modificări în spaţiul pulpar, denumite clinic retragere pulpară, sunt identificabile radiologic şi au un rol important în stabilirea formei de preparare a cavităţii, în anumite proceduri de restaurare.

Scanned with OKEN Scanner

Considerații clinice

Procedura de preparare pentru o coroană completă prezintă un risc diminuat de expunere a pulpei dentare la un pacient mai în vârstă, la care camera pulpară este redusă și vârfurile sunt retrase, comparativ cu un pacient tânăr unde există pericolul expunerii mecanice a vârfurilor pulpei. Canalul radicular devine din ce în ce mai subțire, iar uneori poate fi complet obturat. Consecutiv, are loc o reducere a vascularizației pulpei dentare.

7.2.2. Transformările țesutului conjunctiv

Celulele scad numeric, progresiv, astfel încât în jurul vârstei de 70 de ani populația celulară este redusă la jumătate. În paralel însă, nu se înregistrează o creștere a conținutului în fibre de colagen. Cantitatea de colagen descreşte uşor imediat după formarea completă și erupția dintelui, pentru ca apoi, pe toată durata vieții dintelui, conținutul de colagen să se echilibreze și să se mențină constant, printr-o sinteză controlată, suficient de scăzută, dublată de o degradare minimă.

Totuşi, uneori, se poate înregistra o creştere semnificativă a colagenului, care se dispune în fascicule groase, compacte, aspect denumit **scleroză pulpară**; zonele afectate pot fi localizate, sau scleroza poate fi generalizată (fig. 4.11., fig. 4.12.).

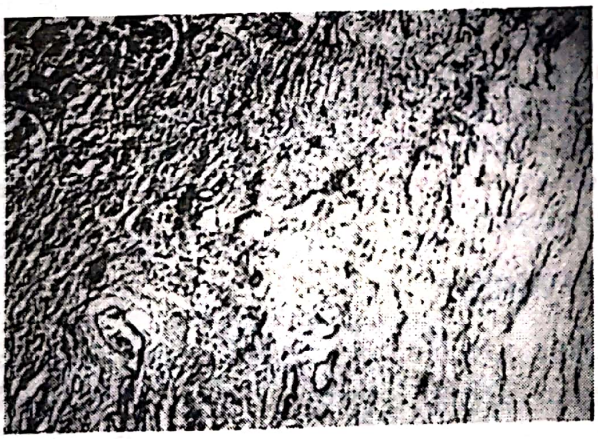


Fig. 4.11. Scleroză pulpară localizată – ansamblu (pulpă dentară extrasă, Szekely, x 200).

Fig. 4.12. Scleroză pulpară localizată (pulpă dentară extrasă, HE, x 400).

Concomitent cu înaintarea în vârstă, fibrele nervoase mielinizate și amielinizate degenerează și se pierd, fapt care conduce la o scădere a sensibilității.

Scanned with OKEN Scanner

8. FUNCȚIILE PULPEI DENTARE

Cunoaşterea morfologiei pulpei dentare susţine integrarea acesteia, alături de dentină, în ansamblul denumit **complex pulpodentinar.**

Pentru aceasta pledează şi funcţiile de bază ale pulpei dentare: **formativă, nutritivă, protectivă, defensivă, reparativă şi inductivă.**

8.1. FUNCȚIA FORMATIVĂ

Funcţia formativă constă în formarea **dentinei,** în cursul procesului de dentinogeneză. Elementul celular principal este **odontoblastul.** Momentul iniţial este reprezentat de diferenţierea celulelor ectomezenchimale periferice ale papilei dentare în odontoblaste. Odontoblastele îşi păstrează capacitatea de a elabora dentina şi după maturizarea dintelui, prin sinteza şi mineralizarea dentinei secundare fiziologice.

8.2. FUNCȚIA NUTRITIVĂ

Funcţia nutritivă, prin care se menţine vitalitatea dintelui, este asigurată prin **elementele de vascularizaţie.** Prin intermediul acestora se realizează aportul de substanţe organice şi apă atât pentru ţesutul pulpar propriu-zis, cât şi pentru dentina adiacentă, avasculară. Un rol deosebit revine plexului capilar subodontoblastic şi capilarelor care pătrund chiar până în apropierea odontoblastelor; ele aprovizionează direct corpul celular şi prelungirea odontoblastică, deja "sechestrată" în tubulul dentinar. Se pare că prelungirea odontoblastică însăşi intervine în transportul de molecule spre dentină.

8.3. FUNCȚIA PROTECTIVĂ

Funcţia protectivă este asigurată prin **elementele nervoase** care realizează inervaţia pulpei dentare şi care, parţial, pot penetra dentina. Fibrele nervoase, stimulate în anumite condiţii, sunt responsabile de **senzaţia de durere** şi de **sensibilitatea** pulpei dentare şi a dentinei. De asemenea, terminaţiile nervoase sunt implicate direct în reglarea fluxului sanguin la nivel pulpar.

8.4. FUNCȚIA DEFENSIVĂ

Funcţia defensivă/de apărare este modalitatea de răspuns a pulpei dentare la acţiunea unui anumit tip de **stimuli iritativi.** Prin intervenţia celulelor cu rol de apărare din structura pulpei şi prin reacţiile imune care se pot desfăşura, pulpa dentară reacţionează cu semnele clasice de inflamaţie: dilatarea vaselor sanguine, creşterea permeabilităţii vasculare, edemul, migrarea transvasculară a leucocitelor. Apariţia exsudatului determină creşterea presiunii exercitate asupra terminaţiilor nervoase, fapt care se traduce prin instalarea durerii. Stimularea de intensitate medie şi de scurtă durată, în cazul în care sistemele de apărare sunt funcţionale şi eficiente, duce la modificări reversibile, în timp ce stimularea de intensitate medie sau crescută dar cronică, corelată cu depăşirea capacităţii funcţionale a sistemelor de apărare, determină modificări nereversibile (moarte celulară, necroză locală).

Scanned with OKEN Scanner

8.5. FUNCȚIA REPARATIVĂ

Funcția reparativă constă în producerea și depunerea de **dentină nouă**, ca răspuns la o lezare fizică sau chimică, ori de câte ori este necesar.

8.6. FUNCȚIA INDUCTIVĂ

Funcția inductivă se exercită în **perioada de dezvoltare** a dintelui, când țesutul mezenchimal/ectomezenchimal care va constitui papila dentară (viitoarea pulpă dentară) are rol inductiv asupra diferențierii epiteliului oral în lamina dentară și ulterior în formarea organului smalțului. Papila dentară are capacități particulare care vor determina transformarea organului smalțului într-un anumit tip de dinte.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 5

PARODONȚIUL

CEMENTUL, LIGAMENTUL PARODONTAL, PROCESELE ALVEOLARE, GINGIA

A. CEMENTUL

1. CONSIDERAȚII GENERALE 109
2. PROPRIETĂȚI FIZICE 111
3. PROPRIETĂȚI CHIMICE 111
3.1. Componenta anorganică 111
3.2. Componenta organică 111
4. TIPURI DE CEMENT 111
4.1. Cementul primar acelular fibrilar intrinsec 112
4.2. Cementul primar acelular fibrilar extrinsec 112
4.3. Cementul secundar celular fibrilar intrinsec 114
4.4. Cementul secundar celular fibrilar mixt 114
4.5. Cementul acelular afibrilar 115
4.6. Cementul stratificat mixt 115
4.7. Stratul hialin Hopewell-Smith – Cementul epitelial 115
5. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE CEMENTULUI 117
5.1. Hipercementoza 117
5.2. Cementiculii 117
5.3. Resorbția cementului 118
6. FUNCȚIILE CEMENTULUI 118

B. LIGAMENTUL PARODONTAL

1. CONSIDERAȚII GENERALE 118
2. STRUCTURA LIGAMENTULUI PARODONTAL 120
2.1. Fibrele ligamentului parodontal 120
2.1.1. Clasificarea fibrelor ligamentului parodontal 121
2.1.2. Elemente de morfologie ale fibrelor ligamentului parodontal 124
2.2. Substanța fundamentală 125
2.3. Celulele ligamentului parodontal 126
2.3.1. Fibroblastul 126
2.3.2. Celula mezenchimală nediferențiată 127
2.3.3. Celulele epiteliale 127
2.3.4. Osteoblastul, osteoclastul, cementoblastul și cementoclastul 128
3. VASCULARIZAȚIA LIGAMENTULUI PARODONTAL 128
3.1. Vascularizația sanguină 128
3.2. Vascularizația limfatică 129
4. INERVAȚIA LIGAMENTULUI PARODONTAL 129

Scanned with OKEN Scanner

5. FUNCȚIILE LIGAMENTULUI PARODONTAL 130
5.1. Funcția de susținere 130
5.2. Funcția formativă 131
5.3. Funcția nutritivă 131
5.4. Funcția senzorială 131

C. PROCESELE ALVEOLARE

1. CONSIDERAȚII GENERALE 131
2. ELEMENTE DE HISTOLOGIE A OSULUI 132
2.1. Componenta organică 132
2.2. Componenta anorganică 133
2.3. Celulele țesutului osos 133
2.3.1. Celula osteoprogenă 133
2.3.2. Celula bordantă 134
2.3.3. Osteoblastul 134
2.3.4. Osteocitul 135
2.3.5. Osteoclastul 135
3. STRUCTURA PROCESELOR ALVEOLARE 136
3.1. Osul fascicular 138
3.2. Osul spongios 140
3.3. Placa corticală 141
4. VASCULARIZAȚIA PROCESELOR ALVEOLARE 142
5. FUNCȚIILE PROCESELOR ALVEOLARE 142

D. GINGIA

1. CONSIDERAȚII GENERALE 142
2. ORGANIZAREA TERITORIULUI GINGIVAL: ZONE HISTOARHITECTONICE, TERMINOLOGIE 143
2.1. Gingia liberă 144
2.2. Șanțul gingival liber 145
2.3. Gingia atașată 145
2.4. Joncțiunea mucogingivală 147
2.5. Șanțul interdentar 147
2.6. Papilele interdentare 147
2.7. Colul papilelor interdentare 147
2.8. Sulcusul gingival 148
3. STRUCTURA GINGIEI 148
3.1. Mucoasa gingivală - gingia liberă, atașată și papilele interdentare 149
3.1.1. Epiteliul de suprafață 149
3.1.2. Limita epiteliu – lamina propria 151
3.1.3. Lamina propria 152
3.2. Joncțiunea dentogingivală 152
3.2.1. Epiteliul sulcular 153
3.2.2. Epiteliul joncțional 153
3.2.3. Țesutul conjunctiv subjacent epiteliului sulcular și epiteliului joncțional 156
4. VASCULARIZAȚIA GINGIEI 157
5. INERVAȚIA GINGIEI 158
6. FUNCȚIILE GINGIEI 158

Scanned with OKEN Scanner

Parodonțiul constituie ansamblul țesuturilor de suport și de tapetare a dintelui. **Țesuturile de suport** sunt reprezentate de **cement, ligamentul parodontal** și **procesele alveolare,** iar **țesutul de tapetare** implică **teritoriul gingival în legătură directă cu dintele,** mai precis o anumită parte a mucoasei gingivale (fig. 5.1.).

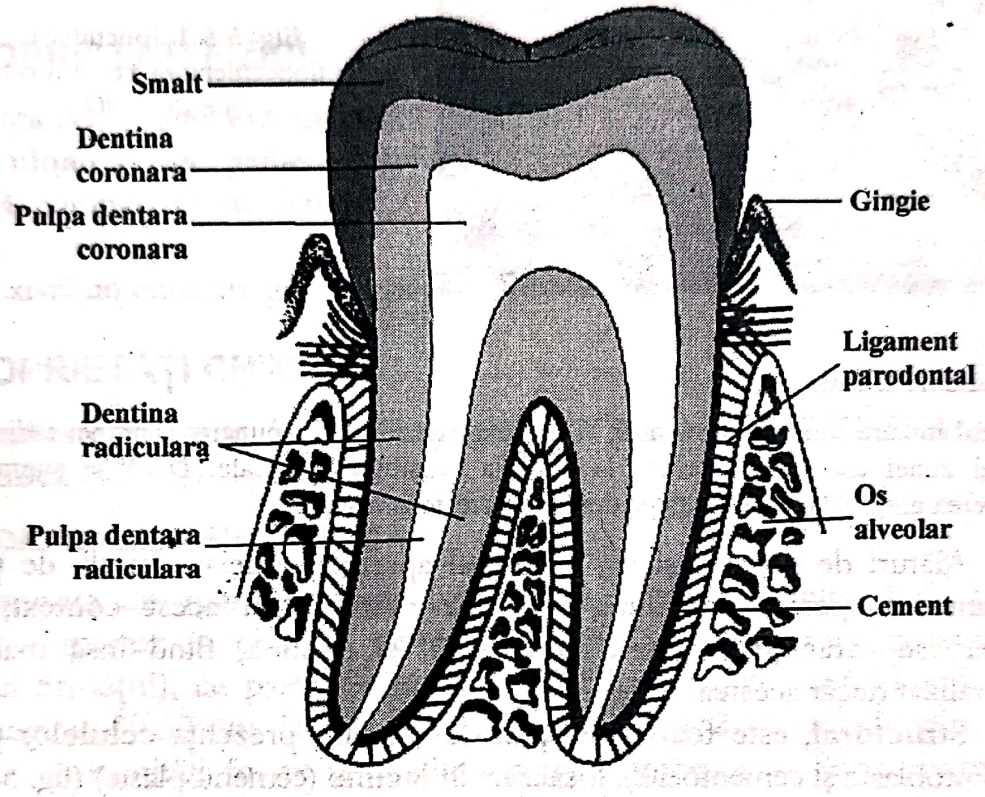


Fig. 5.1. Reprezentare schematică a elementelor parodonțiului – adaptare după (Avery, 1994).

A. CEMENTUL

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Cementul este o varietate de **țesut conjunctiv dur, mineralizat,** localizat la nivel radicular, cu dispunere în straturi concentrice în jurul dentinei. Prin intermediul său este posibilă ancorarea fibrelor **ligamentului parodontal,** care atașează dintele de structurile adiacente.

Limita dintre dentină și cement este netedă, liniară în dentiția permanentă, deși în dinții deciduali poate fi uneori ondulată. Această limită se numește **joncțiune cementodentinară** și conferă un atașament ferm al cementului de dentină (fig. 5.A.1.).

Cementul este mai gros în jurul apexului și în zona de furcație a dinților multiradiculari, comparativ cu celelalte arii radiculare.

Scanned with OKEN Scanner

Cementul şi smalţul se întâlnesc într-o manieră de contiguitate la nivel cervical, formând o limită de demarcaţie distinctă – **joncţiunea amelocementară**, comparată cu o "lamă de cuţit" netedă.

Fig. 5.A.1. Joncţiunea dentinocementară; cement celular (dinte şlif, x 200).

Consideraţii clinice

În cazul în care limita dintre smalţ şi cement este lezată, expunerea dentinei radiculare la nivelul zonei cervicale conduce la apariţia sensibilităţii locale. Dacă se suprapune şi retragerea gingivală, sensibilitatea dentinară creşte considerabil.

Alături de dentină şi os, cementul aparţine aceleiaşi familii de ţesuturi conjunctive specializate, dure, specifice dintelui. În acest context, există numeroase caracteristici comune cu osul şi dentina, fiind însă mai puţin mineralizat decât acestea.

Structural, este foarte apropiat de os, prin prezenţa **celulelor proprii** (cementoblaste şi cementocite), localizate în **lacune** (cementoplaste) (fig. 5.A.2.) şi a **depunerii incrementale**, exprimate prin apariţia liniilor de creştere; nu conţine însă canale Havers şi este complet avascular şi neinervat.

Fig. 5.A.2. Detaliu pentru cementoplaste (dinte şlif, x 400).

Originea sa este, în cea mai mare parte, **mezenchimală**. Pe lângă această origine, studii recente certifică o origine **epitelială** pentru anumite teritorii ale cementului.

Scanned with OKEN Scanner

Teoretic, cementul este localizat de la nivel cervical la nivel apical, acoperind **rădăcina**. **Grosimea** sa creşte de la nivelul joncţiunii amelocementare (20-50 μm) către apex (150-200 μm). Practic însă, se pot observa arii restrânse în care cementul se suprapune peste suprafaţa smalţului (la 60% din dinţi). Alteori, între smalţ şi cement, în MO apare un spaţiu liber în care dintele este acoperit numai de dentină (la 10% din dinţi); ME atestă însă, în aceste cazuri, existenţa indubitabilă a joncţiunii amelocementare, indiferent de reflectarea din MO.

2. PROPRIETĂŢI FIZICE

Duritatea cementului este mai mică decât duritatea dentinei.

Culoarea este galben deschis, mai închisă decât la smalţ, dar mai deschisă comparativ cu dentina. **Suprafaţa** este mată, nu prezintă luciu ca smalţul.

Există un oarecare grad de **permeabilitate**.

3. PROPRIETĂŢI CHIMICE

Cementul este constituit din două **componente**, una **organică** (50-55%) şi una **anorganică** (45-50%).

3.1. COMPONENTA ANORGANICĂ

Componenta anorganică are la bază aceeaşi structură chimică de fosfat tricalcic organizat în **cristale de HA** (descrise ca organizare generală în capitolul **Smalţul**), cu particularităţi proprii. Dimensiunile cristalelor de HA sunt: lungime 30-50 nm, lăţime 10-30 nm şi înălţime 2,5-5 nm. În plus sunt prezente, în cantităţi foarte mici, alte elemente minerale – fluor, magneziu, plumb, cupru, fier, precum şi carbonat.

3.2. COMPONENTA ORGANICĂ

Componenta organică este reprezentată, în principal, de **colagen tip I** şi **glicozaminoglicani**. Aceste componente prezintă caracteristici similare cu colagenul tip I şi glicozaminoglicanii existenţi în celelalte varietăţi de ţesut conjunctiv, specifice dintelui, prezentate detaliat în alte capitole.

4. TIPURI DE CEMENT

Tratatele de specialitate prezintă variante diferite de **clasificare**, fapt explicabil prin **originea**, **structura** şi **funcţiile** deosebite ale tipurilor de cement. Deoarece au fost identificate mai multe tipuri de cement, caracterizarea acestui ţesut este dificilă.

O clasificare recentă, extrem de coerentă ca şi elemente de diferenţiere, defineşte cementul în funcţie de: **momentul formării** (primar/secundar), **prezenţa** sau **absenţa celulelor** în matricea depusă (celular/acelular) şi **originea fibrelor de colagen** ale matricei (intrinseci – proprii, rezultate prin

Scanned with OKEN Scanner

sinteza cementoblastelor, extrinseci – provenite de la nivelul ligamentului parodontal şi consecutiv incorporate).

O menţiune specială trebuie acordată **terminologiei** de cement celular/acelular. Termenul de cement acelular este oarecum impropriu utilizat, deoarece în formarea oricărui tip de cement intervin iniţial celulele – în principal cementoblastele. Denumirea "acelular" se datorează faptului că aceste cementoblaste, după depunerea matricei, nu rămân sechestrate la acest nivel. Cementul acelular are ca proprietate principală conferirea suportului de ataşament al dintelui. Cementul celular se implică adaptativ în comportamentul dintelui (mişcare, uzură).

Conform acestor criterii, pot fi descrise mai multe **tipuri** de cement:

- **cement primar acelular fibrilar intrinsec;**
- **cement primar acelular fibrilar extrinsec;**
- **cement secundar celular fibrilar intrinsec;**
- **cement secundar celular fibrilar mixt;**
- **cement acelular afibrilar;**
- **cement stratificat intermediar;**
- **cement stratificat mixt.**

4.1. CEMENTUL PRIMAR ACELULAR FIBRILAR INTRINSEC

Cementul primar acelular fibrilar intrinsec este localizat imediat adiacent dentinei şi este primul element al parodonţiului care apare, respectiv primul cement depus, înainte de formarea ligamentului parodontal. Are o grosime de 15-20 μm.

La baza formării lui stau **cementoblastele** care vor sintetiza colagenul din matricea cementară, motiv pentru care **fibrele** sunt considerate **intrinseci.** Cementoblastele, însă, nu vor rămâne incorporate în matrice. Fibrele de colagen au o dispoziţie paralelă cu suprafaţa rădăcinii.

Marginea externă este fibroasă şi reprezintă zona de conectare a fasciculelor de colagen provenite din ligamentul parodontal.

4.2. CEMENTUL PRIMAR ACELULAR FIBRILAR EXTRINSEC

Cementul primar acelular fibrilar extrinsec apare imediat după formarea variantei fibrilare intrinseci, care reprezintă în fapt baza sa de depunere. Acoperă cele două treimi ale rădăcinii, este extins şi adesea este singurul tip de cement prezent (fig. 5.A.3., fig. 5.A.4., fig. 5.A.5.).

Formarea sa se realizează concret prin mineralizarea progresivă a fibrelor de colagen provenite din ligamentul parodontal, inserate anterior în marginea fibroasă a cementului primar acelular fibrilar intrinsec (fapt certificat prin ME). Aceste fibre de colagen sunt denumite **fibre Sharpey**, iar procesul de mineralizare se derulează prin depunerea substanţelor anorganice de jur-împrejurul şi printre aceste fibre. Dispunerea fibrelor Sharpey este perpendiculară pe fibrele de colagen intrinseci.

Scanned with OKEN Scanner

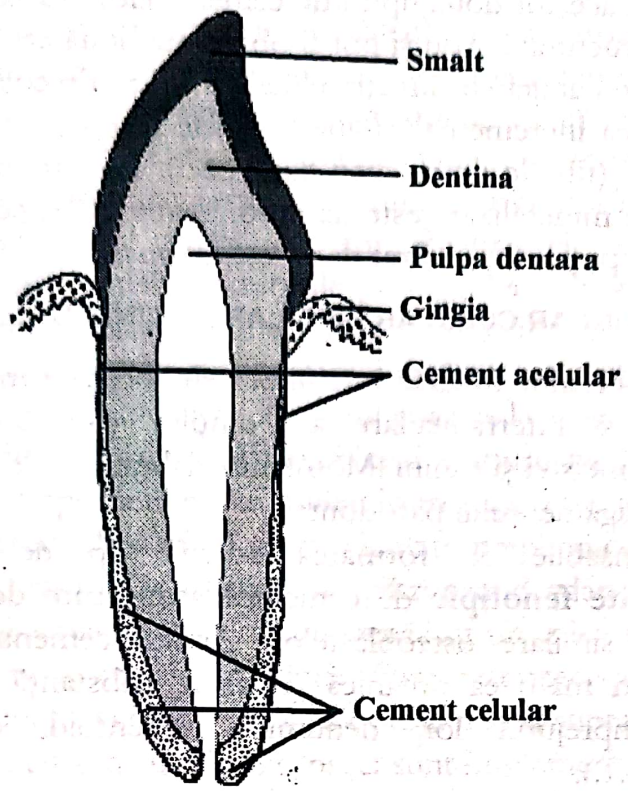


Fig. 5.A.3. Zonele de depunere preferențială pentru cementul acelular şi celular – adaptare după (Avery, 1994).

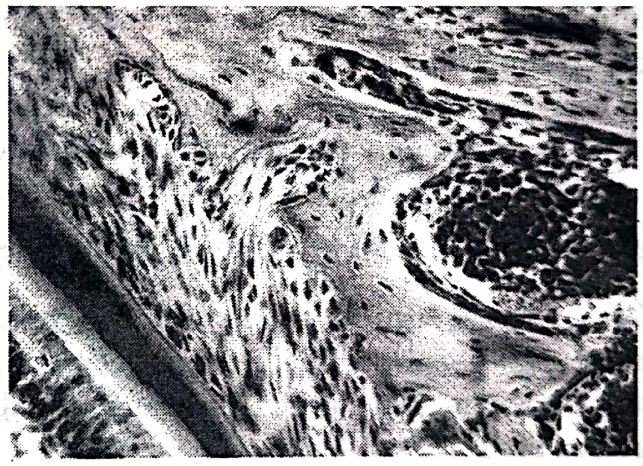


Fig. 5.A.4. Cement acelular localizat adiacent dentinei radiculare (dinte demineralizat, HE, x 400).

Fig. 5.A.5. Cement acelular separat de dentină prin stratul granular Tomes (dinte şlif, x 100).

Scanned with OKEN Scanner

➢ **Analiza în MO** a acestor două tipuri de cement relevă că zona ocupată de ele este relativ astructurată. Totuşi pot fi observate două categorii de striaţii fine: unele dispuse paralel cu direcţia rădăcinii (fibre de colagen intrinseci, indicând depunerea incrementală iniţială), altele dispuse perpendicular pe suprafaţa rădăcinii (fibrele de colagen extrinseci). Pentru cementul primar acelular, gradul de mineralizare este de aproximativ 60%, cementul fibrilar intrinsec fiind mai puţin mineralizat decât cel extrinsec.

4.3. CEMENTUL SECUNDAR CELULAR FIBRILAR INTRINSEC

Cementul secundar celular fibrilar intrinsec este localizat mult mai limitat, în regiunile apicale şi interradiculare ale dinţilor (fig. 5.A.3.), aproape întotdeauna absent în incisivi şi canini. Momentul elaborării sale este, şi în acest caz, anterior formării ligamentului parodontal.

Celulele responsabile de formarea acestui tip de cement sunt **cementoblaste diferite fenotipic** de cementoblastele care depun cementul primar acelular, dar similare osteoblastelor. Aceste cementoblaste rămân "prinse" în lacune, în matricea organică (colagen, substanţă fundamentală) sintetizată de jur-împrejurul lor, denumită cementoid, care apoi se mineralizează (fig. 5.A.1.).

- **Cementul intermediar**

Cementul intermediar este o **variantă** de cement secundar celular fibrilar intrinsec, localizat restrictiv la apex, conţinând o cantitate importantă de detritusuri celulare. Acestea provin fie din fragmentarea tecii epiteliale radiculare Hertwig, fie din stratul de odontoblaste.

Nu se cunoaşte semnificaţia funcţională, dar cu certitudine nu este implicat în ataşament.

4.4. CEMENTUL SECUNDAR CELULAR FIBRILAR MIXT

Cementul secundar celular fibrilar mixt este localizat în treimea apicală a rădăcinii, apexul putând fi format complet din cement celular. Are o funcţie adaptativă, motiv pentru care dimensiunile sale, alături de distribuţie, sunt inconstante.

Momentul elaborării este tardiv, după definitivarea ligamentului parodontal sau, uneori, chiar după erupţia dentară.

Acest tip de cement se formează prin depunerea de cement celular şi, concomitent, incorporarea în matricea acestuia a fasciculelor de fibre de colagen cu origine în ligamentul parodontal. Are o structură stratificat lamelară dar lamelele sunt diferite comparativ cu cele ale cementului primar. Ele apar mai larg spaţiate, mai distanţate, indicând o rată de formare mult mai rapidă.

Morfologic, conţine deopotrivă **celule** şi **fibre**.

Celulele, denumite **cementocite** (celule adulte) sunt situate în lacune şi dispuse aleator, dispersat. Prezintă un corp celular ovalar sau poligonal şi prelungiri ramificate, radiare, predominant orientate înspre ligamentul

Scanned with OKEN Scanner

parodontal. Deşi prelungirile, în canaliculi, se anastomozează între ele şi stabilesc comunicaţii chiar cu celulele ligamentului parodontal (prin joncţiuni gap), ele nu realizează un ansamblu sinciţional, ca în os. ME relevă aspecte diferite, în raport cu localizarea în aria de cement şi, respectiv, distanţa faţă de ligamentul parodontal (care susţine aportul nutritiv). Astfel, cu cât celulele sunt localizate spre interiorul cementului, spre dentină, ele pierd gradat organitele celulare; drept consecinţă, în straturile profunde ale cementului, cementocitele mor, iar cementul conţine lacune goale. Ca regulă generală, cu cât cementul este mai gros, cu atât sunt prezente mai multe cementocite în cementoplaste; exemplul cel mai edificator este cementul gros de la apex, extrem de celular.

Fibrele de colagen intrinseci apar dispuse paralel cu axul radicular; sunt fine, dens împachetate, iar mineralizarea lor este uniformă. **Fibrele de colagen extrinseci (Sharpey)** apar orientate perpendicular pe axul rădăcinii; sunt mai mari, aranjate la întâmplare, pătrunzând adânc şi ramificându-se în matrice; mineralizarea lor este neomogenă, au un miez necalcificat şi o zonă periferică extrem de calcificată. Unele fibre extrinseci penetrează profund în interiorul stratului de cement, altele se opresc mai la suprafaţă. Cu cât cementul este mai subţire, cu atât fibrele extrinseci sunt implementate mai superficial. Pe întreaga lungime a cementului există o alternanţă de zone care, în raport cu pătrunderea şi ataşarea fibrelor Sharpey, sunt mai active sau mai puţin active. Fibrele Sharpey sunt mai mici la nivel cementar, comparativ cu cele care pătrund în procesul alveolar.

4.5. Cementul acelular afibrilar

Cementul acelular afibrilar este localizat în apropierea joncţiunii amelocementare. Nu are rol de ataşare. Apare ca o **anomalie de dezvoltare**, în urma unei rupturi a epiteliului redus al organului smalţului; această ruptură permite celulelor ectomezenchimale din sacul dentar să ajungă în contact direct cu suprafaţa smalţului. Conform modelului clasic, ele se vor transforma în cementoblaste şi vor depune matrice care se va mineraliza peste smalţ; apar astfel mici insule izolate sau "pinteni" de cement. Celulele nu rămân însă incorporate în matricea cementară.

4.6. Cementul stratificat mixt

Cementul stratificat mixt este localizat la nivelul apexului. Reprezintă o **formă particulară** de cement, care implică un aranjament concentric, în straturi, de cement celular fibrilar intrinsec şi cement acelular fibrilar extrinsec. Se pare că varianta fibrilară intrinsecă se depune aici alternant, peste zonele de cement rezultate prin mineralizarea fibrelor Sharpey, în cazul în care această formare şi depunere este impusă de necesităţile adaptative ale dintelui.

4.7. Stratul hialin Hopewell-Smith – Cementul epitelial

Date recente atestă existenţa unui **strat special de cement**, fără rol de ataşament, localizat între dentină şi cementul propriu-zis. Apariţia sa este

Scanned with OKEN Scanner

extrem de precoce în cementogeneză. Informaţiile existente sunt controversate, fapt legat de diferenţele existente între specii, de incapacitatea de a individualiza cu exactitate cementul acelular intrinsec şi de dificultăţile studierii stadiilor precoce de formare a rădăcinii, la dinţii umani. Datorită poziţiei sale, este denumit uneori **cement intermediar.**

Termenul de strat intermediar creează confuzii, deoarece mai există o varietate de cement propriu-zis prezent în clasificări drept cement intermediar (descris anterior).

Ca **structură** iniţială, conţine un amestec de produşi de sinteză ai celulelor ectomezenchimale şi epiteliale. Astfel, are aspectul unui strat amorf, noncolagenic, atubular (lipsit de prelungiri odontoblastice), conţinând proteine asemănătoare cu proteinele smalţului şi prezentând un înalt grad de mineralizare (mai mare decât al dentinei şi cementului).

Datorită compoziţiei sale particulare, există diferite **ipoteze** asupra originii sale. Se opiniază fie pentru încadrarea ca un tip special de dentină, fie pentru clasificarea ca un tip aparte de cement (cement epitelial), fie pentru considerarea ca un **ţesut propriu-zis**, incomplet descifrat, prezentat în literatură sub denumirea de **stratul hialin Hopewell-Smith.**

Deoarece există similitudini morfologice între structura acestui strat şi smalţul aprismatic, de origine epitelială, mulţi specialişti pledează pentru acceptarea unei **origini de natură epitelială**, mai exact ca produs al celulelor tecii epiteliale radiculare Hertwig, în procesul de formare a rădăcinii

Se pare că celule epiteliale izolate în mici grupuri/insule, rezultate din fragmentarea tecii epiteliale Hertwig, îşi pot modifica fenotipul şi pot sintetiza această formă de cement, denumită cement epitelial. Printr-o extrapolare a termenului "osteoid", care caracterizează matricea organică a ţesutului osos, depusă iniţial, înainte de mineralizare, unii specialişti utilizează termenul de "enameloid" pentru cementul epitelial. Dacă această ipoteză este corectă, depunerea stratului de cement epitelial pe suprafaţa dentinei radiculare are loc cu puţin timp înainte ca aceste celule epiteliale să se detaşeze de pe suprafaţa rădăcinii şi să migreze în ligamentul parodontal. Cementul epitelial se mineralizează ulterior mai mult decât dentina adiacentă şi cementul propriu-zis. Susţinătorii acestei origini epiteliale conferă acestui tip de cement funcţia de "sigilare" a suprafeţei dentinei radiculare sensibile.

O altă opinie, mai puţin acceptată, este că acest strat hialin constituie iniţial o **matrice organică nemineralizată**, adiacentă şi asemănătoare predentinei.

Conform acestei ipoteze, la nivel radicular transformarea predentinei în dentină nu are loc decât după ce fibre de colagen intrinseci ale cementului acelular (nemineralizat) se întrepătrund cu colagenul dentinar al predentinei, realizând un ataşament ferm între cele două ţesuturi, înainte ca ele să se mineralizeze. Aici însă există contraargumente extrem de solide: nu a fost demonstrată implicarea odontoblastelor în formarea stratului hialin, acesta nu are o structură tubulară specifică materialului sintetizat de odontoblaste şi, mai mult, conţine proteine asemănătoare proteinelor smalţului.

Scanned with OKEN Scanner

Indiferent de originea şi denumirea sa, în literatura de specialitate este acceptată ideea că, la specia umană, într-un moment foarte precoce al formării rădăcinii şi, implicit, a cementului, se constituie o **structură individualizată** care permite o ancorare solidă a fibrelor intrinseci de colagen din cementul acelular în dentină, ancorare responsabilă de crearea unui cadru perfect de conexiune între dinte şi parodonţiu.

5. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE CEMENTULUI

5.1. HIPERCEMENTOZA

Hipercementoza reprezintă o îngroşare anormală a cementului. Poate fi difuză sau localizată, şi poate afecta: întreaga dentiţie, un singur dinte sau zone limitate ale unui dinte.

5.2. CEMENTICULII

Cementiculii reprezintă corpuri calcificate, localizate pe suprafaţa cementului sau în structura sa, precum şi în interiorul ligamentului parodontal. Prezintă similitudini morfologice cu denticulii. Formarea lor este legată de o traumă locală, sau de un proces de hiperactivitate cementară; baza de edificare este constituită, probabil, din resturi epiteliale degenerate. Au formă rotundă sau ovoidală, şi apar liberi, ataşaţi sau înglobaţi. Existenţa lor este corelată cu procesul de îmbătrânire.

Hipertrofia cementară este o hipercementoză care, în anumite condiţii, creşte funcţionalitatea cementului. În acest caz, în special la dinţi supuşi la stress-uri importante, apar extensii cementare în formă de pinteni, care conferă o suprafaţă mai mare pentru ancorarea fibrelor Sharpey, şi, respectiv, o ancorare mai puternică.

Hiperplazia cementară este o hipercementoză instalată în dinţi nonfuncţionali, sau care nu implică o funcţionalitate crescută. Pentru dinţii nonfuncţionali, hiperplazia este fie de tip limitat, fie de tip extins (înconjurând întreaga rădăcină) şi este însoţită de absenţa fibrelor Sharpey.

Alt tip de hipercementoză se observă în asociaţie cu "perlele" smalţului, dezvoltate pe dentină. Cementul hiperplazic depozitat peste "perlele" smalţului este uneori neregulat şi poate conţine structuri rotunde – resturi epiteliale calcificate.

Fără asociere cu "perlele" smalţului, în arii restânse de cement hiperplazic, poate să apară acelaşi tip de structuri rotunde, calcificate, înglobate, numite **excementoze**; aceste excementoze sunt de fapt cementiculi ataşaţi de suprafaţa cementului şi ulterior înglobaţi în matricea cementară.

În cazul asocierii cu un proces patologic de tip inflamator periapical cronic, se poate instala o hiperplazie extensivă, circumscrisă la nivel apical, înconjurând rădăcina afectată sub forma unei manşete.

O asociere particulară, simultan în mai mulţi din aceeaşi dentiţie, constă în prezenţa concomitentă a unei creşteri cementare neregulate, cu aspect de

Scanned with OKEN Scanner

extensii ascuţite, a unor calcificări ale fibrelor Sharpey şi a unor numeroşi cementiculi. Această modificare complexă apare în urma unor leziuni ale cementului.

Cu vârsta, suprafaţa cementului devine mai neregulată, numărul fasciculelor de fibre de colagen înglobate scade iar cementocitele sunt viabile numai în straturile externe. Se remarcă o îngroşare a cementului în zona apicală.

5.3. RESORBŢIA CEMENTULUI

Cementul este un ţesut dur **rezistent** la procesul de resorbţie. Semnificaţia clinică a acestei rezistenţe rezidă în permiterea mişcărilor ortodontice, în paralel cu remodelarea proceselor alveolare. A fost izolat un factor autoinvaziv prezent în cement, care se pare că este implicat în conferirea rezistenţei la resorbţie.

În cazul apariţiei zonelor de resorbţie pe suprafaţă, ele sunt reconstituite prin depunerea de cement nou. Acest proces este tradus prin apariţia unor linii de reversie. Fasciculele ligamentului parodontal se ataşează de cementul nou format.

6. FUNCŢIILE CEMENTULUI

Funcţiile majore ale cementului sunt reprezentate de implicarea în **ataşamentul dintelui** şi de **adaptarea** la modificările determinate prin mişcările şi uzura dintelui.

Pentru **funcţia adaptativă**, se pot detalia o serie de situaţii în care cementul intervine prin diferite mecanisme:

- compensarea, prin depunere apoziţională, a pierderii lungimii totale a dintelui, rezultată ca urmare a procesului de uzare ocluzală în cadrul fenomenului eruptiv;
- reglarea, în asociere cu procesele alveolare, a lungimii ligamentului parodontal;
- permiterea, prin depunere apoziţională, a erupţiei verticale şi migrării meziale;
- repararea rădăcinilor în fracturile orizontale;
- izolarea, prin depunere la nivelul foramenului apical, a pulpei dentare afectate.

B. LIGAMENTUL PARODONTAL

1. CONSIDERAŢII GENERALE

Ligamentul parodontal este un **ţesut conjunctiv dens, ordonat**, foarte bine vascularizat, organizat într-o manieră particulară, care permite stabilirea unei **conexiuni** între cement şi procesele alveolare.

Scanned with OKEN Scanner

Ligamentul parodontal acoperă, prin limita sa internă, **rădăcinile** dinţilor (prin ancorarea în cement) şi, prin limita sa externă, pereţii **proceselor alveolare** (prin ancorarea în osul alveolar) (fig. 5.B.1.).

Este considerat o extensie a ţesuturilor conjunctive gingivale, cu care se continuă; de asemenea, comunică cu spaţii înguste din osul fascicular (lamina dură) a proceselor alveolare, prin canale vasculare.

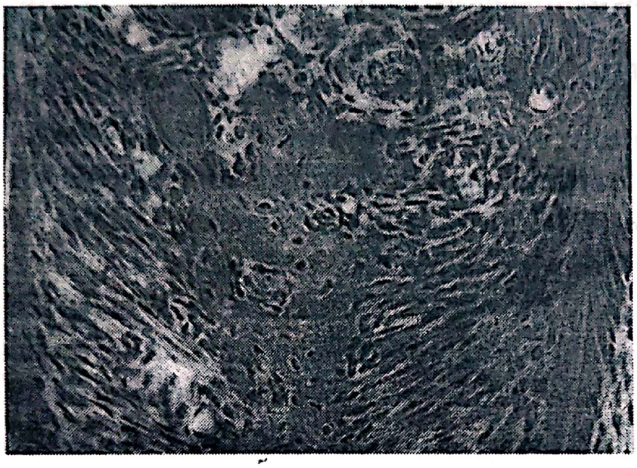


Fig. 5.B.1. Ligament parodontal inserându-se pe cement şi, respectiv, pe osul alveolar al unui sept interdentar (dinte demineralizat, HE, x 400).

Terminologia utilizată pentru a-l descrie a inclus, în timp, noţiunile de periost dentar, pericement, membrană alveolodentară sau membrană parodontală.

Aceste denumiri au fost impropriu folosite, deoarece ligamentul parodontal nu reprezintă numai o membrană fibroasă de tapetare pentru cementul dentar – ca pericement, sau pentru procesul alveolar – ca periost, ci este implicat activ în susţinerea dintelui.

Întreaga sa structură este rezultatul unei înalte adaptări la această funcţie principală; concomitent, printr-un anumit grad de elasticitate, ligamentul parodontal face posibilă rezistenţa dinţilor la forţele fizice masticatorii care se exercită asupra lor permanent.

Dimensiunile în lăţime variază în funcţie de zonele radiculare şi de vârstă. În medie, ligamentul parodontal are 0,15-0,38 mm, cu o zonă mai subţire în jurul 1/3 medii a rădăcinii şi zone mai largi la nivel de margini crestale şi apical. Cu vârsta, de asemenea, lăţimea scade (0,21 mm la adultul tânăr, 0,18 mm la adultul matur, 0,15 mm la adultul în vârstă).

Consideraţii clinice

În hiperfuncţie, fibrele cresc în număr şi diametru şi, consecutiv, ligamentul parodontal se lărgeşte cu 50%. Concomitent, în procesele alveolare adiacente, trabeculele osoase cresc în număr şi grosime; însuşi osul alveolar de bază devine mai gros.

În hipofuncţie, fibrele se reduc numeric, se micşorează, au un traiect cu orientare complet paralelă cu axul rădăcinii şi spaţiul ocupat de ligament se îngustează. În paralel, trabeculele osoase ale proceselor alveolare adiacente se reduc numeric, şi se depune cement adiţional.

În situaţia pierderii complete a funcţiei, aşa cum se întâmplă în absenţa contactului ocluzal, ligamentul parodontal se dezorganizează iar direcţia de orientare a fibrelor devine

neregulată, mai mult paralelă decât perpendiculară pe axul radicular longitudinal. Numărul fibrelor Sharpey scade semnificativ şi, de asemenea, alte componente ale sistemului de suport sunt afectate. Datorită acestor modificări, după un interval de timp mai îndelungat în care dintele a fost complet afuncţional, apar dificultăţi în procesul de readaptare. În tentativa de restaurare a unui astfel de dinte, sau în situaţia folosirii ca "punte", sistemul de ancorare trebuie să se reobişnuiască cu noua condiţie arhitectonică. Perioada adaptativă este frecvent însoţită de durere. Specialiştii stomatologi recomandă, în acest context morfologic, o restaurare gradată, în vederea refacerii funcţiei complete.

2. STRUCTURA LIGAMENTULUI PARODONTAL

Datorită proprietăţilor sale funcţionale, şi în special celor de natură adaptativă, pentru a conferi rezistenţă la acţiunea unor stimuli fizici externi, ligamentul parodontal prezintă elemente structurale particulare. De aceea, el nu se încadrează perfect în tiparul clasic al unui ţesut conjunctiv obişnuit.

Ligamentul parodontal este format din **celule** şi **matrice extracelulară** (fig. 5.B.2.). Celulele sunt reprezentate de elemente ale ţesutului conjunctiv propriu-zis, alături de variantele cementare şi osoase, precum şi de elemente epiteliale restante. Matricea extracelulară conţine substanţă fundamentală şi fibre.

Fig. 5.B.2. Elemente celulare, fibrilare şi vasculare la nivelul ligamentului parodontal (dinte demineralizat, HE, x 400).

2.1. FIBRELE LIGAMENTULUI PARODONTAL

Fibrele ligamentului parodontal sunt reprezentate de **fibre de colagen**, organizate în fascicule.

Fibrelor de colagen, majoritare, li se adaugă două varietăţi particulare din familia **fibrelor elastice**: fibrele de oxitalan şi elaunin.

Fibrele de colagen sunt de **tip I** şi **tip III**, cu fibrile având un diametru relativ mic, de aproximativ 55 nm, ceea ce indică o asamblare fibrilară foarte rapidă. Procesul de sinteză şi degradare a colagenului se desfăşoară extrem de rapid. Totuşi, turnover-ul este mai ridicat în zona centrală şi în extremitatea adiacentă proceselor alveolare, decât în extremitatea adiacentă cementului.

Scanned with OKEN Scanner

2.1.1. Clasificarea fibrelor ligamentului parodontal

Morfologia ligamentului parodontal este reprezentată în esenţă de **fibrele principale**, care realizează cea mai mare parte a ligamentului. Ele sunt organizate în fascicule bine definite, distincte.

Clasificarea fibrelor are la bază modalitatea de orientare, punctul de plecare şi punctul de ancorare. Fasciculele de fibre principale, care conectează cementul şi osul alveolar, sunt reunite în **grupul dentoalveolar** (fig. 5.B.3.). Acestui grup i se adaugă, fără a aparţine direct ligamentului parodontal, un **grup gingival**.

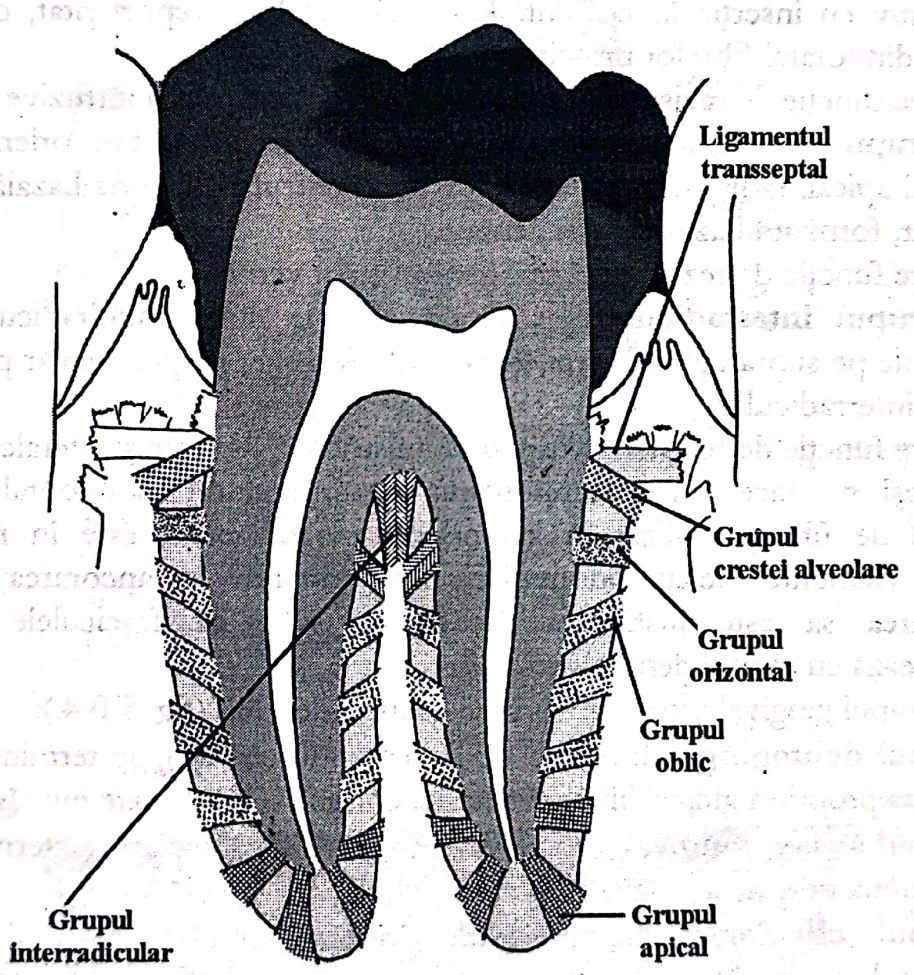


Fig. 5.B.3. Modalitatea de dispunere a principalelor grupuri de fibre ale ligamentului parodontal – adaptare după (Ten Cate, 1998).

În raport cu **localizarea**, se descriu 5 grupuri diferite:

- **grupul crestei alveolare;**
- **grupul orizontal;**
- **grupul oblic;**
- **grupul apical;**
- **grupul interradicular.**

Scanned with OKEN Scanner

Grupul crestei alveolare este localizat în regiunea cervicală, cu orientare de la cementul situat sub joncţiunea amelocementară, descendent şi în afară, spre creasta alveolară a osului alveolar propriu-zis adiacent.

Are funcţie de rezistenţă împotriva forţelor verticale şi intruzive.

Grupul orizontal este localizat în regiunea medie a rădăcinii, apical faţă de grupul crestei alveolare. Este orientat perpendicular pe direcţia rădăcinii, cu direcţie orizontală de la cement la procesul alveolar, sub creasta alveolară a osului fascicular adiacent.

Are funcţie de rezistenţă la forţele orizontale şi la forţele oblice, înclinate.

Grupul oblic este localizat în treimea apicală a rădăcinii, cu orientare de la cement, oblic ascendent spre un punct osos mai coronar ca localizare, comparativ cu inserţia în cement. Este cel mai bine reprezentat, conţinând 66-80% din totalul fibrelor principale.

Are funcţie de rezistenţă împotriva forţelor verticale şi intruzive.

Grupul apical, localizat în aria apicală a rădăcinii, este orientat de la cementul apical, radiar în jurul apexului, perpendicular pe zona bazală a osului fascicular, formând baza alveolei dentare.

Are funcţie de rezistenţă împotriva forţelor verticale.

Grupul interradicular, existent numai la dinţii multiradiculari, este orientat de pe suprafaţa rădăcinii, în zona de furcaţie, perpendicular pe creasta septului interradicular.

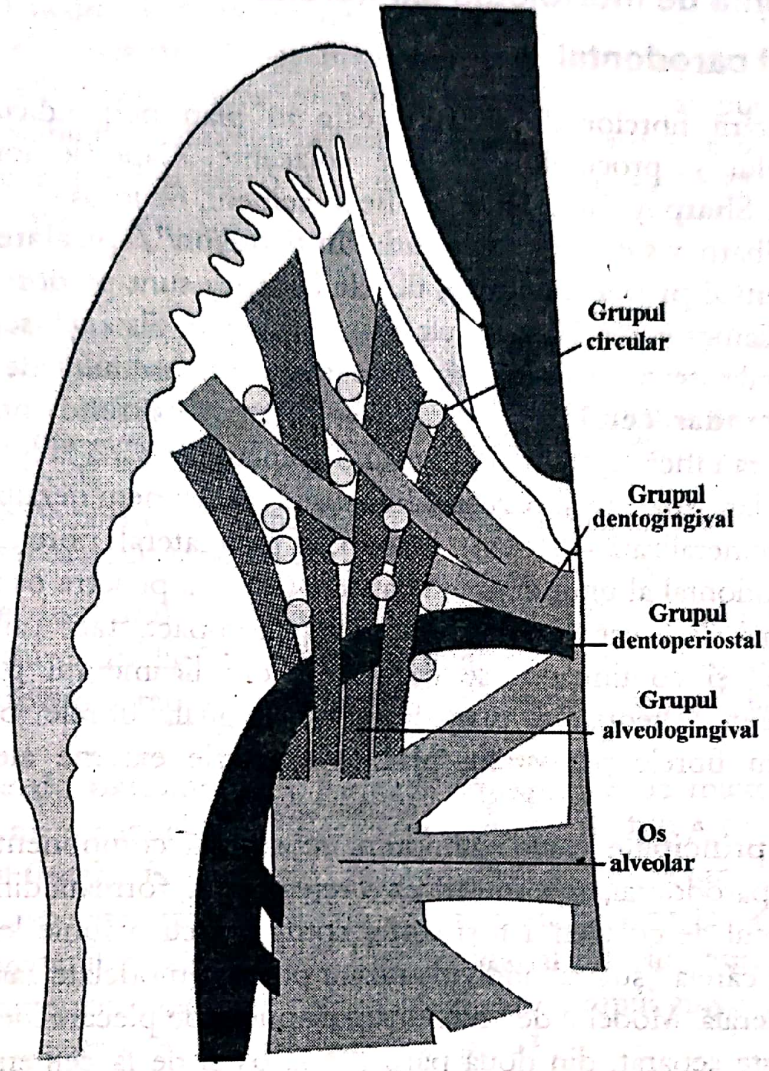
Are funcţie de rezistenţă împotriva mişcărilor verticale şi laterale.

Deşi nu face parte componentă din ligamentul parodontal, **grupul gingival** de fibre, localizat în lamina proprie gingivală, este în relaţie cu celelalte elemente ale parodonţiului, fiind implicat în ancorarea dintelui. Prezentarea sa este justificată datorită faptului că fasciculele sale se intersectează cu grupul dentoalveolar.

Grupul gingival este format din 5 grupuri de fibre (fig. 5.B.4.):

- **grupul dentogingival**: pleacă de la cementul cervical, se termină liber în lamina proprie a gingiei libere şi ataşate; conţine cel mai mare număr de fibre;
- **grupul alveologingival**: pleacă de la osul crestei alveolare, se termină liber în lamina proprie a gingiei libere şi ataşate;
- **grupul circular/circumferenţial**: orientat circular în jurul regiunii cervicale a dintelui; se încrucişează cu alte grupe de fibre din gingia liberă; are rol în ataşarea gingiei libere de dinte;
- **grupul dentoperiostal**: pleacă de la cementul apical peste periostul plăcilor corticale externe ale proceselor alveolare şi se inseră fie în procesele alveolare, fie în muşchiul vestibular şi planşeul cavităţii orale;
- **grupul transseptal**: orientare interdentară, de la cementul adiacent epiteliului de joncţiune, peste creasta alveolară, la cementul adiacent epiteliului de joncţiune al dintelui adiacent. Ansamblul grupurilor transseptale formează **sistemul de fibre transseptale**, cu rol de a stabili conexiuni între toţi dinţii existenţi pe o arcadă dentară.

Scanned with OKEN Scanner



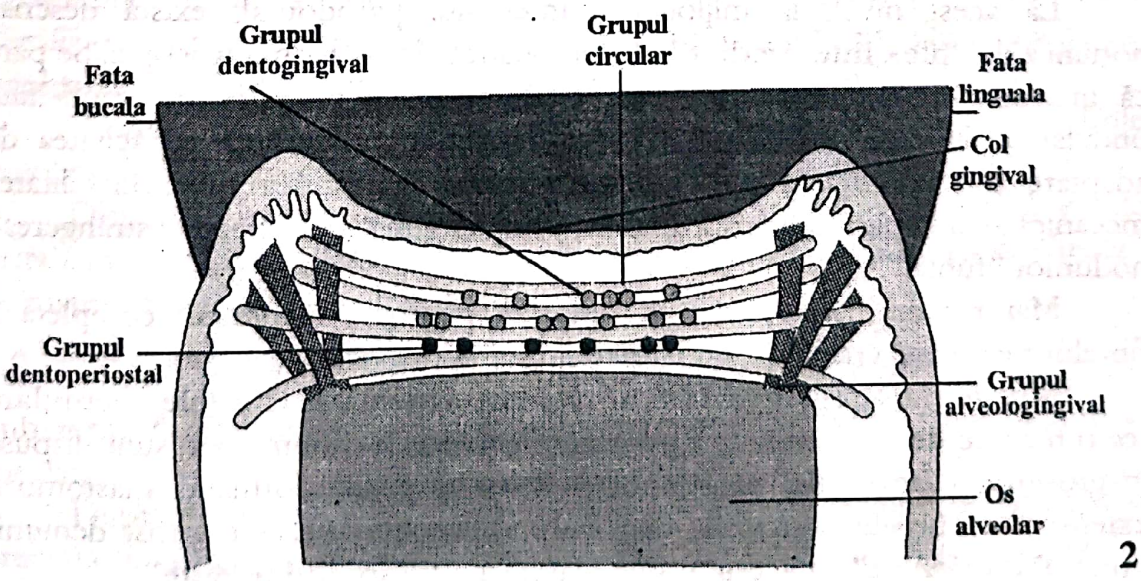


Fig. 5.B:4. Orientarea fasciculelor de fibre din grupul gingival, la nivelul mucoasei gingivale libere şi ataşate (1) şi la nivelul colului (2) – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Scanned with OKEN Scanner

2.1.2. Elemente de morfologie ale fibrelor ligamentului parodontal

Direcţia orientării fibrelor de colagen este în plan perpendicular faţă de rădăcina dintelui şi procesele alveolare adiacente. Capetele lor terminale, denumite **fibre Sharpey**, sunt înglobate fie în cement, fie în os.

Fibrele Sharpey sunt de două tipuri: **"în tirbuşon"/spiralate** şi **drepte**.

În **cementul primar acelular**, fibrele Sharpey sunt predominant de **tip spiralat**, cu diametru de 10 μm; ele pătrund pe o distanţă scurtă şi sunt complet mineralizate; au rol important în ancorarea stratului de cement. În **cementul secundar celular** şi **os**, fibrele Sharpey pătrund într-o manieră **rectilinie** şi se ramifică la nivel mai profund, penetrând până la 50 μm sau mai mult; sunt mai larg spaţiate şi parţial mineralizate (miez nemineralizat de 5 μm, periferie înalt mineralizată – 15 μm). Uneori, în plan lateral, fibrele Sharpey din ligamentul parodontal al unui dinte au capacitatea de a penetra osul alveolar în totalitate (numai dacă este exclusiv os de tip compact, fără canale Havers) făcând "punte" şi continuându-se cu fibrele din ligamentul parodontal al dintelui adiacent. Alteori, în plan bucal şi lingual, fibrele principale se interpătrund cu fibrele periostului plăcilor corticale externe ale proceselor alveolare.

Fibrele principale care, reamintim, reprezintă componenta principală a ligamentului parodontal, apar în ME ca o reţea densă, formată din fascicule.

Un fascicul de colagen a fost astfel comparat cu o funie legată "cap la cap", în cadrul căreia "şuviţe" individualizate pot fi remodelate fără a perturba arhitectura generală. Modelul de "funie" are ca punct de plecare ideea că fiecare fascicul porneşte separat, din două părţi (de la os şi de la cement), întâlnirea fiind la mijlocul distanţei, unde se "leagă funia".

La acest nivel, la mijlocul ligamentului parodontal, există descrisă noţiunea de **"plex intermediar"**, nedemonstrată însă clar microscopic. Se pare că imaginea de "funie legată" este artefactuală, şi se datorează modelului ondulat al fibrelor de colagen. Acest aranjament ar susţine capacitatea de adaptare şi rezistenţă la presiunile exterioare, ar justifica funcţionabilitatea mecanică şi ar explica mişcarea dinţilor, prin "lărgirea" şi respectiv "strângerea" nodurilor "funiei".

Mai recent însă, specialiştii opiniază pentru o extindere completă a fibrelor pe întreaga distanţă, fără joncţiuni şi "legare" mediană.

ME de transmisie a identificat ulterior existenţa unei **reţele secundare** (ca o matrice de susţinere) de **fibrile** cu diametru de 50 nm, care sunt dispuse în grosimea ligamentului parodontal în toate direcţiile, formând anastomoze extensive cu fibrele principale, mai mari. Ansamblul fibrelor a fost denumit **"plexul indiferent"** iar aceste fibrile mai mici – **"fibre indiferente"**.

Anastomozele dintre fibrele principale şi indiferente se realizează prin **"fibre intermediare"**. Aceste anastomoze sunt mai frecvente în miezul

Scanned with OKEN Scanner

ligamentului parodontal şi mai rare în zona adiacentă proceselor alveolare şi cementului. Uneori, datorită intersectării cu numeroase fibre indiferente, în special în ariile externe ale ligamentului, fibrele principale îşi pot pierde structura individualizată. Acest plex de fibre indiferente ar putea sta la baza extremei adaptabilităţi a dintelui la forţele la care este supus, prin capacitatea sa de distribuţie a forţelor pe o arie mult mai largă, excluzând astfel teoria existenţei plexului intermediar.

Consideraţii clinice

Ligamentul parodontal poate suferi modificări structurale importante, în condiţiile unor traumatisme severe, sau datorită unor forţe ocluzale anormale. Extrem de gravă este ruptura fasciculelor de fibre principale, care poate fi însoţită de hemoragie, necroză şi, adiacent, fractură sau resorbţie a osului şi cementului. În aceste condiţii, dintele pierde structurile de ataşament în alveolă şi devine lax. Datorită proprietăţilor specifice, de sinteză a colagenului, ale fibroblastelor ligamentare, de cele mai multe ori procesul de reparare se derulează rapid şi cu rezultate pozitive.

Fibrele de oxitalan şi **elaunin**, denumite şi fibre adiţionale, sunt **fibre elastice imature**. În ligamentul parodontal nu există fibre elastice mature, deoarece turnover-ul rapid al colagenului, la acest nivel, împiedică maturizarea elastinei.

Fibrele de oxitalan sunt formate de fascicule de microfibrile şi sunt aşezate în manieră paralelă între ele; au un diametru de 150 Å.

În jurul fiecărei fibre apare o zonă fibrilară şi o zonă amorfă. Evidenţiate prin colorаţii speciale (aldehidfuxină cu preoxidare), fibrele de oxitalan sunt orientate în general paralel cu axul longitudinal al dintelui. Sunt numeroase şi dense la nivel cervical, de unde merg paralel către grupul gingival sau pleacă în direcţie aproximativ verticală, cu orientare apicală.

Fibrele de oxitalan formează o reţea ramificată care înconjură rădăcina şi se termină în zona apicală, alături de elemente vasculare şi nervoase. Localizarea lor preferenţială este în jurul pereţilor vasculari. Deşi funcţia nu este stabilită cu certitudine, se pare că au rol în reglarea fluxului vascular.

Fibrele de elaunin sunt constituite din fascicule de microfibrile înglobate într-o mică cantitate de elastină. Sunt aşezate în reţea.

Dispoziţia în reţea a fibrelor de elaunin, la care se adaugă şi fibrele de oxitalan formează o "plasă" extinsă de la cement la os, posibil cu rol de "teacă" de susţinere pentru fasciculele de fibre de colagen.

2.2. SUBSTANŢA FUNDAMENTALĂ A LIGAMENTULUI PARODONTAL

Substanţa fundamentală a ligamentului parodontal nu a fost studiată în mod special.

După datele existente în literatura de specialitate, ea conţine 70% apă şi prezintă o structură asemănătoare cu substanţa fundamentală a ţesutului conjunctiv în general. O particularitate constă în faptul că principalul glicozaminoglican este dermatansulfatul.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. CELULELE LIGAMENTULUI PARODONTAL

Celulele rezidente în ligamentul parodontal sunt: fibroblaste, osteoblaste, osteoclaste, cementoblaste, resturi celulare epiteliale Malassez, celule mezenchimale nediferenţiate, macrofage, celule asociate cu structurile vasculare şi nervoase. Importanţa lor este deosebită, ele trebuie să fie viabile, pentru ca ligamentul să îşi poată îndeplini funcţia.

Consideraţii clinice

Activitatea şi diviziunea celulară este ridicată spre extremitatea osoasă a ligamentului, comparativ cu extremitatea cementară, unde celulele sunt relativ inactive.

Celulele ligamentului adiacent cementului au o rată de reînnoire scăzută, fiind deci mai bătrâne decât celulele ligamentului adiacent proceselor alveolare. Rezistenţa lor crescută la modificările de mediu, asociată cu elementul vascular care reflectă aceste modificări (vascularizaţia ligamentară fiind redusă în zona adiacentă cementului, comparativ cu cea de lângă os), ar putea explica de ce osul, şi nu cementul, este afectat şi reabsorbit în mişcarea ortodontică şi în afecţiunile periodontale şi periapicale.

2.3.1. Fibroblastul

Fibroblastele reprezintă **principala populaţie celulară** a ligamentului parodontal. La acest nivel, ele sunt caracterizate de capacitatea realizării unui turnover cu rată extrem de înaltă pentru compartimentul extracelular, în particular pentru colagen. Reînnoirea colagenului are loc de-a lungul întregii grosimi a ligamentului, şi nu în teritorii limitate.

Fibroblastul apare ca o celulă alungită, fuziformă, cu citoplasmă abundentă şi nucleu oval. ME relevă o excelentă reprezentare a organitelor celulare implicate în sinteza şi secreţia proteică (RER, complex Golgi, vezicule de secreţie), elemente de citoschelet foarte bine dezvoltate (în special o reţea extinsă de actină, care susţine transformările morfologice, precum şi posibilităţile de deplasare). Celulele stabilesc numeroase joncţiuni intercelulare, de tip adherens (20-30 pentru fiecare celulă) şi gap. Pe suprafaţa fibroblastelor apar, în regiunile membranei celulare densificate, zone de asociere între filamentele intracelulare, filamentele extracelulare şi fibronectină; aceste zone poartă denumirea de fibronexus.

Fibroblastele sunt dispuse într-o manieră ordonată, aliniată, în paralel cu orientarea fasciculelor de fibre de colagen, iar prelungirile lor celulare se înfăşoară în jurul fasciculelor de fibre.

Deşi aspectul lor în MO este omogen, identic, ele prezintă un **grad mare de heterogenitate.**

Această heterogenitate se datorează faptului că, în ligamentul parodontal, remodelarea fibrelor de colagen este realizată numai de fibroblast care, simultan, este capabil de sinteză, sau de degradare a colagenului. Există dovezi experimentale că o singură celulă poate îndeplini aceste funcţii, fiind deopotrivă **fibroblast** şi **fibroclast.** O terminaţie a celulei este activă în asimilarea lanţurilor de procolagen, care vor forma apoi superhelixul moleculei de

Scanned with OKEN Scanner

colagen; cu ajutorul vitaminei C, are loc hidroxilarea aminoacizilor prolină şi lizină. Cealaltă terminaţie este activă în fagocitarea colagenului, motiv pentru care conţine un sistem lizozomal.

În paralel cu sinteza de colagen, fibroblastele sunt capabile şi de producerea unora dintre componentele substanţei fundamentale (glicozaminoglicani).

Consideraţii clinice

Deoarece fibroblastele sunt responsabile de realizarea turnover-ului extrem de rapid al colagenului ligamentar, afectarea funcţiei lor (prin orice tip de mecanism, intern sau extern) care conduce la pierderea capacităţii de sinteză poate determina dezorganizarea şi degradarea completă a ligamentului parodontal şi, implicit, pierderea ţesutului de susţinere a dinţilor.

2.3.2. Celula mezenchimală nediferenţiată

Celula mezenchimală nediferenţiată apare aici ca în orice alt ţesut conjunctiv. Este localizată perivascular. Are funcţie de celulă progenitor.

Este însă încă neclar dacă există o singură celulă progenitor pentru celule-fiice care ulterior se diferenţiază în fibroblaste, osteoblaste, cementoblaste, sau dacă există mai multe celule progenitor, pentru fiecare linie în parte.

În interiorul ligamentului parodontal, celulele componente sunt menţinute într-un echilibru numeric constant. Acest fapt, asociat cu capacitatea de creare de noi celule prin intermediul celulelor progenitor, conduce la necesitatea unei contrabalansări. Astfel, echilibrul este păstrat fie prin migrarea celulelor (mai puţin probabil), fie prin apoptoză.

2.3.3. Celulele epiteliale

Celulele epiteliale apar în urma fragmentării tecii epiteliale radiculare Hertwig, în procesul de formare a rădăcinii. Sunt cunoscute sub denumirea de **resturile Malassez.**

Resturile Malassez se dispun în ansamblul ligamentului parodontal, în general în extremitatea dinspre cement, sub forma unor cuiburi celulare izolate, reţele sau plaje celulare fine, straturi dantelate.

Celulele au de obicei formă neregulată, citoplasmă densă şi nuclei intens bazofili, ovalari, alungiţi sau indentaţi; există joncţiuni intercelulare de tip hemidesmozomi; ME indică existenţa unor mitocondrii, ribozomi, granule dense, tonofilamente unice sau în fascicule, ancorate în plăcile de ataşament desmozomal.

Celulele pot prezenta, din punct de vedere al activităţii, caracter proliferant, degenerant sau în repaus.

Semnificaţia funcţională a persistenţei acestor celule epiteliale nu este cunoscută. (Elemente suplimentare au fost prezentate în volumul **Morfogeneza Sistemului Stomatognat**, capitolul **Dezvoltarea dintelui**.)

Scanned with OKEN Scanner

2.3.4. Osteoblastul, osteoclastul, cementoblastul şi cementoclastul

Osteoblastele şi **cementoblastele** pot fi considerate elemente celulare componente ale ligamentului parodontal, dar ele se găsesc la extremităţile dinspre os şi, respectiv, dinspre cement ale acestuia, fiind asociate ţesuturilor în formarea cărora sunt implicate.

Osteoblastul tapetează astfel suprafaţa proceselor alveolare, iar fibrele de colagen ale ligamentului trec printre osteoblaste. În raport cu starea funcţională a ligamentului parodontal, osteoblastele pot prezenta fie un aspect cuboidal neregulat, cu nucleu unic, nucleoli mari, evidenţi şi particule fine de cromatină dispersată (celulă în activitate), fie un aspect turtit (celulă în repaus).

Osteoclastul, localizat de-a lungul osului fascicular, în lacune Howship, este o celulă mare, multinucleată, cu origine în monocitele circulante. Uşor de recunoscut datorită dimensiunilor, numărului de nuclei şi lacunelor de resorbţie, osteoclastele au o importantă funcţie de fagocitoză indicând un proces activ de resorbţie osoasă.

Cementoblastul tapetează suprafaţa cementului celular, fiind dispus printre fibrele de colagen ale ligamentului. Este o celulă mare, cuboidală, cu nucleu rotund sau oval. Nu este certă prezenţa şi pe suprafaţa cementului acelular: uneori cementoblastele există, dar alteori fibroblastele ligamentare preiau această relaţie de vecinătate. Rolul lor constă, pe de o parte, în formarea matricei cementare propriu-zise şi mineralizarea acesteia şi, pe de altă parte, în ancorarea fibrelor Sharpey de dinte, prin înconjurarea lor cu matrice cementară.

Cementoclastele, similare osteoclastelor, sunt mult mai rare. Ele apar doar în timpul exfolierii dinţilor primari, ocluziilor traumatice şi, uneori, în timpul mişcării dinţilor.

3. VASCULARIZAŢIA LIGAMENTULUI PARODONTAL

3.1. VASCULARIZAŢIA SANGUINĂ

Originea vascularizaţiei este reprezentată de **arterele alveolare**, superioare şi inferioare, care se ramifică şi pătrund în osul alveolar sub formă de **artere interalveolare**. Arterele interalveolare au direcţie orizontală, penetrează procesele alveolare la nivelul osului fascicular şi pătrund în ligamentul parodontal sub formă de **artere perforante/penetrante**. Aceste artere se distribuie în ţesutul conjunctiv interstiţial al ligamentului parodontal, care realizează spaţii interstiţiale printre fasciculele de fibre principale.

În centrul ligamentului se organizează un **plex vascular longitudinal** (cu numeroase ramificaţii comunicante), care apoi se **capilarizează**; apar şi capilare de tip fenestrat. În paralel, se dezvoltă o distribuţie în **plan circular**. Cele două plexuri realizează o reţea care asigură nutriţia parodonţiului, precum şi menţinerea în anumite limite a modificărilor care au loc în ocluzie.

Scanned with OKEN Scanner

Vascularizaţia ligamentului parodontal este mai bine reprezentată în dinţii mandibulari, comparativ cu cei maxilari, în dinţii localizaţi posterior, faţă de cei situaţi anterior, şi în treimea gingivală a ligamentului, faţă de treimea apicală (pentru dinţii monoradiculari).

Alte două surse de vascularizaţie sunt: ramuri desprinse din **arterele apicale** (responsabile de vascularizaţia parodonţiului), înainte de a pătrunde în foramenul apical şi ramuri din **arterele periostale**, care se anastomozează în teritoriul gingival, de unde pătrund în ligamentul parodontal lateral şi pe la nivelul crestei alveolare.

Drenajul venos este orientat în manieră axială, formând în zona apicală un plex de venule cu un diametru larg.

Vascularizaţia ligamentului parodontal, prin care se stabilesc legături extinse de la apexul dentar la nivel gingival, menţine vitalitatea parodonţiului.

3.2. VASCULARIZAŢIA LIMFATICĂ

Vasele limfatice merg în paralel cu vascularizaţia venoasă; cu direcţie apicală şi ies prin canalul alveolar inferior al mandibulei şi, respectiv, prin canalul intraorbitar al maxilarului. Prima staţie limfoganglionară, atât pentru mandibulă cât şi pentru maxilar, este reprezentată de limfoganglionii submandibulari.

4. INERVAŢIA LIGAMENTULUI PARODONTAL

Inervaţia ligamentului parodontal, extinsă, este asigurată predominant prin **fibre nervoase senzoriale amielinice**, care duc senzaţii de durere, tactile, de presiune şi proprioceptive, prin căi trigeminale. Inervaţia însoţeşte traiectul vaselor prin procesele alveolare.

Un model general, valabil pentru toţi dinţii, prezintă o orientare a fibrelor nervoase – ramificaţii din nervul alveolar, dinspre apex spre teritoriul gingival. Aceste fibre sunt localizate în special în extremitatea ligamentară adiacentă osului şi merg împreună cu fibre simpatice amielinice. În paralel, există fibre cu orientare orizontală – nervii alveolari interdentari, care pătrund din pereţii osului alveolar, se unesc cu fibrele nervoase cu dispoziţie verticală şi se ramifică într-o direcţie apicală şi una gingivală. Densitatea terminaţiilor elementelor nervoase este cea mai mare în regiunea apicală a ligamentului parodontal (excepţie fac incisivii superiori, unde densitatea este foarte ridicată în treimea coronară a ligamentului parodontal labial, alături de zona apicală).

Modalitatea în care apar **terminaţiile** acestor fibre nervoase este diferită; recent, literatura de specialitate descrie 4 variante (în ordinea descrescătoare a frecvenţei):

- **ramificaţii libere** cu aspect de "copac", dispuse în lungimea rădăcinii la distanţe egale, orientate spre cementoblaste; fiecare astfel de terminaţie liberă răspunde de un anumit teritoriu; provin predominant din fibre nervoase amielinice, dar uneori pot avea şi celule Schwann; îndeplinesc funcţie de nocireceptori şi mecanoreceptori;

Scanned with OKEN Scanner

- **structuri asemănătoare corpusculului Ruffini**, cu ramificaţii de tip dendritic, care expansionează printre fasciculele de fibre de colagen; sunt localizate în jurul apexului; ultrastructural, există o formă simplă, cu o singură terminaţie şi o formă compusă, cu mai multe terminaţii, uneori învelite de o capsulă fibroasă incompletă; fibrele sunt de tip mielinic; au funcţie de mecanoreceptori;
- **formă spiralată/glomerulată**, localizată în treimea medie a ligamentului parodontal; morfologia şi funcţia incomplet clarificată;
- **structură fuziformă**, înconjurată de o capsulă delicată de ţesut conjunctiv fibros, localizată la apex.

Există puţine date despre inervaţia autonomă şi cea de tip simpatic. De asemenea, se pare că nu există inervaţie de tip parasimpatic.

Fibrele nervoase asociate vaselor sanguine sunt de natură simpatică.

5. FUNCŢIILE LIGAMENTULUI PARODONTAL

Ligamentul parodontal este implicat în realizarea următoarelor **funcţii:**

- **de susţinere/de ataşament;**
- **formativă;**
- **nutritivă;**
- **senzorială.**

5.1. FUNCŢIA DE SUSŢINERE

Funcţia de susţinere asigură **ancorarea/ataşarea dintelui** în alveola dentară, diminuând acţiunea forţelor fizice externe. Această funcţie este asigurată prin intermediul unora dintre grupele de fibre principale, din grupul dentoalveolar.

Pentru a asigura acest suport, specialiştii compară ligamentul parodontal cu un **mecanism hidraulic** de tip amortizor sau absorbant de şoc, în cadrul căruia intervin **4 elemente: vascular** (sângele din vasele sanguine), **hidrodinamic** (fluidul tisular), **vâscos** (substanţa fundamentală) şi **rezilient** (componenta elastică). Aceste 4 elemente acţionează ca un sistem vâsco-elastic. Elementul hidrodinamic este conferit de fluidul tisular. Deoarece fluidele sub presiune sunt incompresibile, când se aplică o forţă asupra dintelui, fluidele acţionează ca un amortizor şi sunt apoi direcţionate fie prin foramenele plăcilor cribriforme, fie în alte regiuni ale ligamentului, în raport de direcţia forţei aplicate. Se realizează astfel o "pernă" contra forţelor care acţionează axial. O astfel de direcţionare a lichidelor cauzează dilatarea marginilor alveolare. Elementul vâscos, reprezentat prin substanţa fundamentală a ligamentului, intervine prin capacităţile glicozaminoglicanilor de a lega apa. Substanţa fundamentală nu este statică; structura sa moleculară se modifică. Aceste transformări în chimia şi proprietăţile compuşilor substanţei fundamentale a ligamentului par să explice modificările observate în mobilitatea dintelui, în timpul funcţiei. Elementul rezilient, asigurat prin componenta elastică, determină revenirea dintelui la poziţia iniţială, după îndepărtarea forţelor ocluzale.

Scanned with OKEN Scanner

Considerații clinice

Stimularea pentru mișcarea ortodontică a dintelui este transmisă prin ligamentul parodontal. O stimulare adecvată și controlată determină: compresia ligamentului din zona corespunzătoare direcției de mișcare a dintelui, compensată de resorbția osului adiacent și, simultan, extinderea ligamentului din zona opusă direcției de deplasare a dintelui, cu crearea unei tensiuni care determină formare de os. Acest mecanism adaptativ permite mișcarea secvențională a dintelui, evitând afectarea completă a morfologiei și funcției sistemului de suport; este însă obligatorie o perioadă de readaptare a acestuia.

5.2. FUNCȚIA FORMATIVĂ

Funcția formativă implică rolul ligamentului parodontal, care creează o legătură între cement și os. Ligamentul parodontal participă la **formarea osului**, a **cementului** și la **resorbția osului**. Denumit și periost/pericement, funcționează ca un "dublu periost" pentru cele două țesuturi mineralizate.

5.3. FUNCȚIA NUTRITIVĂ

Funcția nutritivă asigură, prin vascularizație, **furnizarea nutrimentelor** necesare pentru întregul parodonțiu.

5.4. FUNCȚIA SENZORIALĂ

Funcția senzorială constă în **perceperea senzațiilor tactile** și **de presiune** exercitate asupra dintelui. Ea este legată de mișcarea dintelui în alveolă, când terminațiile nervoase de tip receptor tactil și de presiune sunt stimulate și, consecutiv, este declanșat un răspuns. Distribuția spațială a receptorilor este importantă, dar acești receptori nu sunt singurele structuri implicate în sensibilitatea parodontală.

C. PROCESELE ALVEOLARE

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Procesele alveolare reprezintă acele **arii/teritorii din maxilare/mandibule care formează/conțin alveolele dentare**, în care sunt localizați și ancorați dinții (prin atașarea fibrelor ligamentului parodontal). Ele se formează în paralel cu elongarea radiculară, ca rezultat al acestui proces și al erupției dentare.

Maturarea proceselor alveolare are loc concomitent cu stabilirea dintelui în ocluzie funcțională, iar dacă dintele se pierde, procesele alveolare involuează și dispar. Astfel, între procesele alveolare și dinți există o strânsă interdependență. De asemenea, între osul maxilar/mandibular și procesele alveolare nu se poate trasa o limită de demarcație.

Osul alveolar este cel mai instabil component parodontal, prezentând o activitate metabolică extrem de ridicată, tradusă prin alternanța proceselor de resorbție și formare.

Scanned with OKEN Scanner

2. ELEMENTE DE HISTOLOGIE A OSULUI

Varietate de ţesut conjunctiv, ţesutul osos este format dintr-o **matrice extracelulară** şi **celule** proprii. **Matricea extracelulară**, care conţine mai puţină apă comparativ cu cartilagiul, include o **componentă organică** şi o **componentă anorganică.**

2.1. COMPONENTA ORGANICĂ

Componenta organică reprezintă 33% din masa uscată a matricei extracelulare şi este alcătuită din **proteine fibroase** (colagen tip I în proporţie de 90% şi de colagen tip V în cantităţi mici) în asociere cu alte **macromolecule** (glicozaminoglicani, proteoglicani, glicoproteine de adeziune), al căror ansamblu formează matricea amorfă.

Fibrele de colagen tip I au un diametru de 50-70 nm şi o periodicitate de 67 nm, fiind diferite de colagenul tip I existent în alte ţesuturi conjunctive printr-o puternică hidroxilare a lizinei, care permite legătura moleculelor prin punţi de hidrogen, conferind astfel o rezistenţă crescută. Organizarea primară, în reţea, a fibrelor de colagen tip I este înlocuită în osul matur printr-o dispunere ordonată, în mod spiralat, cu un grad de răsucire de la o lamelă la alta. Alături de colagenul tip I există şi mici cantităţi de **colagen tip V**, fin fibrilar.

Glicozaminoglicanii (lanţuri polizaharidice lungi, neramificate, lineare, neflexibile, formate din unităţi dizaharidice repetitive, în care există întotdeauna o hexozamină şi acid uronic) specifici ţesutului osos sunt **nesulfataţi – acidul hialuronic** şi **sulfataţi – condroitinsulfatul** şi **keratansulfatul. Acidul hialuronic** este format din unităţi dizaharidice repetitive, are o lungime de 2,5 μm şi un diametru de 40 nm. **Glicozaminoglicanii sulfataţi** sunt legaţi covalent de molecule proteice, formând **proteoglicani** (responsabili de legarea apei), mai mici însă decât cei existenţi în ţesutul cartilaginos. Moleculele de proteoglicani se ataşează indirect, prin intermediul unor proteine de legare specială, de acidul hialuronic, rezultând **proteoglicani agregaţi** de tipul **aggrecanului compus**; acesta este prezent în ţesutul osos în cantitate mai mică, comparativ cu ţesutul cartilaginos.

Aceste elemente sunt responsabile de aspectul morfologic caracteristic osului, în preparatele histologice: intensa eozinofilie a matricei (prin abundenţa fibrelor de colagen), discreta metacromazie şi reacţia PAS pozitivă (datorate glicozaminoglicanilor sulfataţi).

Moleculele glicoproteice de adeziune sunt: **osteocalcina, osteonectina, osteopontina, trombospondina** şi **sialoproteina osoasă. Osteocalcina** are un rol important în procesul de mineralizare, legând cristalele de HA. **Osteonectina**, similară fibronectinei, prezintă situsuri de legare diferite pentru colagenul tip I (favorizând legarea cristalelor de HA la acesta), pentru integrine (prin care stabileşte conexiunea cu celulele osoase) şi pentru proteoglicani. **Osteopontina** prezintă situsuri de legare pentru integrinele de pe celulele

Scanned with OKEN Scanner

osoase şi asigură adeziunea dintre acestea şi HA. **Trombospondina** şi **sialoproteina osoasă** permit ataşarea celulelor osoase la matrice, prin receptori membranari aparţinând familiei integrinelor. (Parte din aceste glicoproteine de adeziune se găsesc şi în matricea organică dentinară şi au fost prezentate în capitolul **Dentina**.)

2.2. COMPONENTA ANORGANICĂ

Componenta anorganică reprezintă 67% din masa uscată a matricei extracelulare, fiind alcătuită în principal din **calciu** şi **fosfor**, la care se adaugă alte componente minerale: magneziu, sodiu, potasiu, carbonat, citrat. Calciul şi fosforul sunt prezenţi sub forma unei **sări de fosfat tricalcic**, similare HA calcice, sau sub formă amorfă. Formula HA indică numai conţinutul în atomi a unei entităţi conceptuale, numită unitate de bază, care reprezintă numărul minim de ioni de calciu, fosfat şi hidroxil capabil să stabilească legături ionice. **Unitatea de bază** a apatitei are formă de **prismă romboidală**, iar totalitatea prismelor formează un **cristal**. Numărul repetitiv al acestui aranjament produce cristalite de dimensiuni variate. (Noţiuni detaliate privind cristalul de HA au fost prezentate la capitolul **Smaltul**.) În os, cristalele de HA au dimensiuni de 40 nm lungime, 25 nm lăţime şi 3 nm grosime, fiind aranjate în mod ordonat, de-a lungul fibrelor de colagen – fie în interior, printre fibrile, fie în exterior, la suprafaţa fibrelor. Suprafaţa liberă a cristalelor este înconjurată de un strat de substanţă fundamentală amorfă. La acest nivel, ionii de suprafaţă atrag apa şi formează un strat hidratat pentru schimburile ionice cu fluidul extracelular.

2.3. CELULELE ŢESUTULUI OSOS

Ţesutul osos este caracterizat prin prezenţa următoarelor **tipuri celulare**: celula osteoprogenă, celula bordantă, osteoblastul, osteocitul şi osteoclastul.

2.3.1. Celula osteoprogenă

Celula osteoprogenă este o celulă mezenchimală restantă, incomplet diferenţiată, cu proprietăţi de **autoîntreţinere** şi **bipotenţialitate**. Autoîntreţinerea se realizează prin mitoze mai mult sau mai puţin asimetrice, astfel încât există în permanenţă un rezervor de celule osteoprogene. Bipotenţialitatea constă în capacitatea de transformare fie în osteoblast, fie în condroblast, în raport cu nivelul de oxigen menţinut.

Morfologic, în MO nu se evidenţiază aspecte particulare pentru identificare: celulele sunt aplatizate sau fuziforme, cu citoplasmă redusă, palidă şi nucleu ovalar hipocrom; în ME organitele celulare sunt reduse, dar predomină ribozomi liberi. Un element specific este însă faptul că, în cazul administrării de timidină tritiată, sunt singurele celule care incorporează izotopul radioactiv în nucleu. Principalul stimul responsabil pentru procesele de proliferare şi diferenţiere este constituit de grupul de glicoproteine BMP.

Celulele osteoprogene sunt localizate în stratul celular intern al periostului, tapetează canalele haversiene şi endostul.

Scanned with OKEN Scanner

2.3.2. Celula bordantă

Celula bordantă este situată pe suprafeţele osoase, în structura periostului şi endostului, fiind mai abundentă în perioadele de repaus în producerea matricei; de aceea, se presupune că reprezintă un **osteoblast inactiv**. Prin poziţia sa, realizează un strat celular izolant între mediul osos şi extraosos, cu implicaţii posibile în reglarea creşterii cristalelor de HA. Celula bordantă nu este similară celulei osteoprogene, deoarece se pare că este incapabilă de diviziune; totuşi, în anumite condiţii, poate deveni activă şi poate sintetiza matrice.

Aspectul în MO este de celulă turtită sau fuziformă, cu nucleu central şi citoplasmă eozinofilă; ME relevă o cantitate redusă de organite celulare, dar se poate observa comunicarea cu canaliculi ai osteoplastelor periferice.

2.3.3. Osteoblastul

Osteoblastul este o celulă diferenţiată, asemănătoare fibroblastului sau condroblastului, localizat pe suprafeţele osoase externe sau interne, în periost şi endost. Osteoblastele realizează un aranjament epitelioid la nivelul acestor suprafeţe, în condiţiile unei **activităţi intense de sinteză** şi **depunere a matricei**.

Morfologic este o celulă cuboidală cu citoplasmă bazofilă, nucleu central şi nucleol evident; uneori însă, când este foarte activă, devine prismatică, nucleul distanţându-se de suprafaţa osoasă – respectiv de zona secretorie; prezintă prelungiri citoplasmatice care vin în contact cu celulele vecine, stabilind joncţiuni gap. În ME se observă elemente de polarizare (microvilozităţi orientate spre suprafaţa osoasă), organite celulare bine reprezentate (RER abundent, complex Golgi dezvoltat, mitocondrii între crestele cărora există mici corpi electrondenşi, bogaţi în calciu) şi numeroase vezicule secretorii, conţinând precursori de matrice (sub forma unui material floconos).

Reacţii IHC au evidenţiat existenţa a numeroşi receptori de suprafaţă celulară, pentru parathormon, FGF2, 1-25 dihidroxicolecalciferol, prostaglandine, estrogeni şi androgeni. Celulele prezintă o activitate enzimatică crescută, sintetizând cantităţi importante de fosfatază alcalină.

Metabolismul celular este reglat prin participarea unor factori autocrini şi paracrini, care include şi factorii de creştere (membri ai superfamiliei de BMP-2,7, TGFβ, FGFβ, IGF I, II, PDGF).

Funcţia principală este de **sinteză** a matricei organice, în întregime, precum şi a unor compuşi ai matricei anorganice. Ele secretă colagen tip I, tip V, cantităţi mici de proteine noncolagenice (din care fosfoproteinele sunt esenţiale în procesul de mineralizare), proteoglicani, glicoproteine, precum şi citokine. În urma sintezei de matrice, între osteoblast şi os se realizează o zonă clară, reprezentată prin **osteoid**. Prin calcificare, sărurile de calciu se depun în osteoid, dar osteoblastele sunt întotdeauna separate de suprafaţa osoasă printr-o bandă de osteoid. Fiecare osteoblast este înconjurat de matricea sintetizată: celula devine **osteocit**, iar spaţiul pe care îl ocupă se numeşte lacună sau **osteoplast**.

Scanned with OKEN Scanner

2.3.4. Osteocitul

Osteocitul este astfel situat în interiorul lamelelor osoase, în **osteoplast**. Fiecare osteoplast prezintă în jurul său, cu dispoziţie radiară, o serie de canaliculi înguşti, ca nişte tunele.

Morfologic, osteocitele se adaptează perfect la forma lacunelor; sunt celule neregulate, cu citoplasmă eozinofilă, nucleu mic şi hipercrom. Din corpul osteocitelor se desprind în mai multe puncte prelungiri citoplasmatice filiforme care urmează traiectul canaliculilor, care permit stabilirea de joncţiuni la distanţă. ME relevă organite celulare slab reprezentate.

În jurul corpului celular şi al prelungirilor, în strânsă relaţie cu membrana plasmatică există un strat de matrice osoasă mai săracă în calciu, mai demineralizată. Acest strat asigură transportul prin difuziune, de la nivelul capilarelor, a materialelor necesare metabolismului celular.

Funcţia prinicpală a osteocitelor este de **menţinere a matricei osoase**, prin sinteza constantă a substanţelor necesare; la aceasta contribuie şi joncţiunile intercelulare stabilite, prin care se formează adevărate complexe osteoblast-osteocit.

O altă funcţie constă în **osteoliza osteocitică**, realizată sub influenţa parathormonului.

2.3.5. Osteoclastul

Osteoclastul este macrofagul ţesutului osos, fiind deci o celulă distrugătoare de os. **Forma celulară activă** este localizată pe suprafeţele osoase, într-o excavaţie numită **lacună Howship; forma celulară inactivă** este situată la distanţă de os.

Morfologic, osteoclastul apare ca o celulă mare, cu diametrul de 100 μm, multinucleată (aproximativ 50 de nuclei), cu citoplasmă acidofilă în forma activă. Se ataşează pe suprafaţa osoasă, formând un burelet marginal şi prezintă o polarizare tranzitorie, evidenţiabilă în ME. Astfel, în ME se disting **patru zone** diferite: **bazală, viloasă, clară** şi **veziculară**.

Zona bazală este situată cel mai la distanţă de suprafaţa osoasă, fiind sediul organitelor celulare şi al nucleilor; de la acest nivel încep să se observe mitocondrii, RER, polizomi, dar în cantităţi reduse, numărul lor crescând spre marginea viloasă.

Marginea viloasă este aria celulară implicată direct în resorbţia osului, fiind formată din microvilozităţi active şi mobile care îşi pot modifica forma; ele se proiectează în compartimentul de resorbţie – subosteoclastic. Există la acest nivel pompe protonice şi cantităţi importante de anhidrază carbonică, ce fac din osteoclast, alături de numărul mare de mitocondrii, o celulă transportoare de ioni.

Zona clară este adiacentă periferiei marginii viloase, fiind lipsită de organite celulare, dar conţinând numeroase filamente de actină vizibilă şi miozină depolimerizată. Există aici molecule din familia integrinelor $\alpha 2\beta 1$ şi

Scanned with OKEN Scanner

α2β3 care permit legarea colagenului tip I din matrice şi a moleculelor de adeziune (osteopontină, trombospondină şi sialoproteina osoasă) de celule, şi se realizează joncţiuni particulare numite podozomi, formate din molecule de integrine, vinculină, talină şi filamente de actină.

Zona veziculară, situată sub zona clară, prezintă numeroase vezicule de endo şi exocitoză care facilitează trecerea enzimelor lizozomale în compartimentul subosteoclastic şi, în sens invers, a produşilor de degradare osoasă spre celulă.

IHC, s-au evidenţiat receptori de suprafaţă pentru factorul stimulant al osteoclastului şi calcitonină.

Funcţia osteoclastelor este de **osteoliză osteoclastică**, mediată prin intermediul osteoblastelor şi implicând două etape: **demineralizarea** prin mediu acid în spaţiul subosteoclastic, prin intervenţia anhidrazei carbonice, cu producere de ioni de hidrogen şi transport prin pompe ATP-azice; **digestia matricei demineralizate** prin enzime lizozomale.

Demineralizarea necesită obligatoriu un mediu acid într-un spaţiu limitat. Acest spaţiu este creat de "zona de sigilare", marginea în perie şi suprafaţa osoasă, fiind comparat cu un lizozom secundar.

Marginea în perie conţine pompe protonice care transportă ionii de hidrogen către zona de resorbţie. Ionii de hidrogen provin din degradarea acidului carbonic (format intracelular din CO_2 metabolic şi apă) de către anhidraza carbonică. Componenta anorganică a matricei osoase este astfel dizolvată în acest mediu acid, iar substanţele minerale eliberate sunt preluate de osteoclast pentru a fi eliberate în capilarele adiacente.

Hidrolazele lizozomale şi colagenazele secretate de osteoclast în compartimentul subosteoclastic **degradează** componenta organică a matricei decalcifiate. Produşii de degradare sunt endocitaţi de osteoclast şi în citoplasma acestuia sunt fragmentaţi în aminoacizi, monozaharide şi dizaharide, care la rândul lor vor fi eliberate în capilarele adiacente.

Prezentarea celulelor formatoare şi distrugătoare de os este extrem de importantă pentru înţelegerea proceselor de osificare şi remaniere osoasă. Datorită mişcărilor fiziologice şi patologice ale dinţilor, în care parodonţiul este implicat direct, **remanierea osoasă** prezintă particularităţi la nivelul proceselor alveolare (elemente prezentate în detaliu în volumul **Morfogeneza Sistemului Stomatognat**, capitolul **Procese de mişcare a dinţilor – erupţia şi schimbarea dentiţiei**).

3. STRUCTURA PROCESELOR ALVEOLARE

Procesele alveolare sunt formate din **trei elemente** (os fascicular, spongioasa, placa corticală) care realizează, din interior spre exterior, **două structuri: osul alveolar propriu-zis, osul alveolar de suport** (fig. 5.C.1.).

Osul fascicular şi placa corticală joncţionează la nivelul crestei alveolare, localizată la 1,5-2 mm sub nivelul joncţiunii amelocementare.

Scanned with OKEN Scanner

Creasta alveolară poate fi definită şi ca marginea coronară a proceselor alveolare. Ea este rotunjită anterior şi aproape plată în aria molarilor.

Dacă dintele erupe în poziţie bucală sau linguală, procesele alveolare sunt foarte subţiri sau parţial absente. În cazul în care procesul alveolar se distruge lângă apexul radicular, teritoriul respectiv se numeşte fenestraţie; dacă distrugerea este localizată în aria coronară a rădăcinii, teritoriul respectiv se numeşte dehiscenţă.

Osul alveolar propriu-zis (lamina cribla, lamina dura) constituie o denumire improprie, deoarece os alveolar este întregul os care formează maxilarul/mandibula, deci implicit şi procesele alveolare.

Osul alveolar propriu-zis corespunde zonei celei mai interne a procesului alveolar, reprezintă partea osoasă a ataşării fibrelor ligamentare şi coincide, în fapt, cu elementul definit drept **os fascicular**. În momentul de faţă, se pare că utilizarea termenului de os fascicular, în loc de os alveolar propriu-zis, este agreată de cei mai mulţi dintre specialiştii în domeniu.

Osul alveolar de suport reprezintă corpul şi limita externă a procesului alveolar; el include **spongioasa** şi **placa corticală**. În aria dinţilor anteriori a ambelor maxilare, osul de suport este subţire. La acest nivel nu există os spongios şi placa corticală fuzionează cu osul fascicular.

Consideraţii clinice

Transformările proceselor alveolare sunt controlate de factori intrinseci (dintele) şi de factori extrinseci; este însă dificil de delimitat ponderea fiecărui tip de factori, în parte. Cea mai mare parte a transformărilor, în special creşterea în înălţime, este asociată cu lungirea rădăcinilor în cadrul procesului de erupţie dentară şi este "controlată dentar" (în absenţa dinţilor această creştere nu are loc).. Totuşi, există o creştere a proceselor alveolare care nu este în relaţie directă cu erupţia dentară, ci se încadrează în ansamblul creşterii faciale.

Hiperfuncţia conduce la formarea de os nou, iar hipofuncţia – la scăderea cantităţii de os existente; în plus, în hipofuncţie, osul spongios din jurul alveolei prezintă o rarefiere marcată, cu mai puţine trabecule osoase, în timp ce osul fascicular nu suferă aceste modificări. În procesul de îmbătrânire scade numărul de celule active, fibrele Sharpey se inseră într-un model inegal, iar în spaţiile areolare măduva hematogenă apare infiltrată adipos. Odată cu înaintarea în vârstă, prin pierderea dinţilor se ajunge la maxilare edentate; drept consecinţă, procesele alveolare descresc ca mărime, aranjamentul trabecular intern este mai deschis, ceea ce indică o pierdere de os. Modificările care rezultă din încărcarea cu ţesut, compresiunea sau condiţionarea şi retenţia danturii, cuplate cu procesul de îmbătrânire, nu sunt elucidate.

În procesul de vindecare a osului după extracţie, se formează un tip embrionar de os, caracterizat prin morfologia specifică şi numărul mai mare al osteocitelor, precum şi prin direcţia neregulată a fibrilelor. Numărul mare de osteocite, localizate în spaţii lacunare tip osteoplaste, justifică aspectul radiologic "gol" al unei alveole care, de fapt, este formată exclusiv din os embrionar.

Datorită raportului specific cu ligamentul parodontal, procesele alveolare sunt extrem de sensibile la transmiterea senzaţiilor de presiune şi tensiune care, prin natura lor, au funcţie stimulantă pentru procesul de formare osoasă. Această proprietate are o importanţă covârşitoare în procedurile de tratament ortodontic. După cum am menţionat anterior, la

Scanned with OKEN Scanner

ligamentul parodontal, în cadrul tratamentului ortodontic osul este reabsorbit pe partea asupra căreia se aplică presiune, apoziţia având loc în partea opusă.

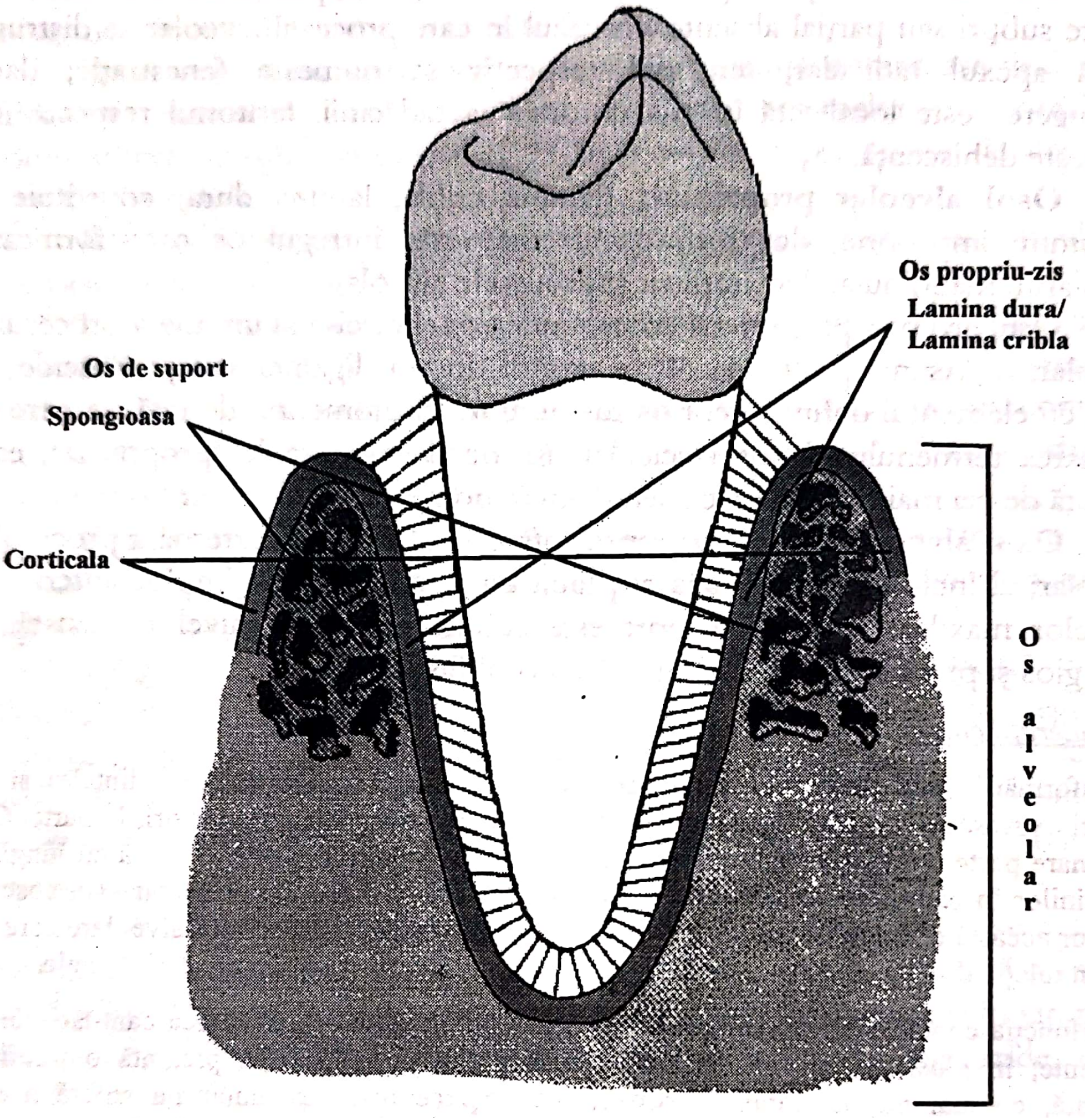


Fig. 5.C.1. Localizarea diferitelor tipuri de os la nivelul proceselor alveolare – adaptare după (Avery, 1994).

3.1. OSUL FASCICULAR

Osul fascicular, sau osul care tapetează/limitează alveola, reprezintă zona subţire de os localizată cel mai intern în alveolă, **punctul de ataşament** al fasciculelor de fibre din ligamentul parodontal (fig. 5.C.2.). Are origine în foliculul dentar.

Denumirea de os fascicular se datorează structurii şi funcţiei sale, legate de inserţia fibrelor Sharpey. Datorită multiplelor perforaţii (foramene) care conduc elemente vasculare şi nervoase este denumit şi **placă cribriformă/lamina cribla**, iar datorită aspectului intens radioopac – **lamina dura**. Evaluarea radiologică a aspectului osului fascicular/laminei dura este importantă în patologia periapicală şi periodontală.

Scanned with OKEN Scanner

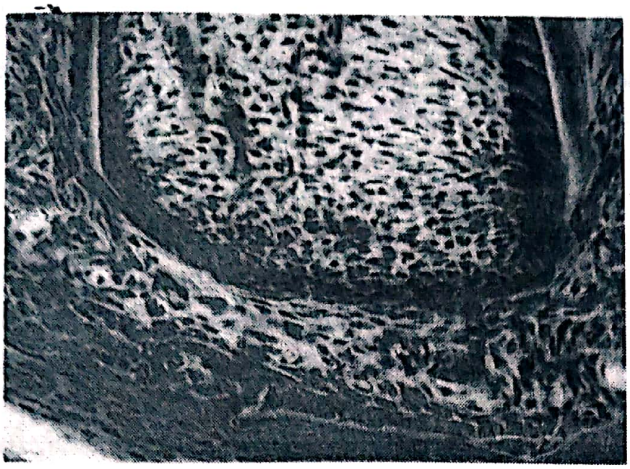


Fig. 5.C.2. Os alveolar propriu-zis – planşeul alveolei dentare; se remarcă inserţia extremităţilor fibrelor Sharpey (dinte demineralizat, HE, x 400).

Histologic, este constituit din fascicule de **fibre osoase grosiere împletite**. Aceste fascicule sunt aranjate în lamele subţiri cu dispoziţie paralelă cu axul lung al peretelui alveolar. Matricea osoasă include şi terminaţiile fasciculelor de fibre de colagen (extrinseci) ale ligamentului parodontal, care pătrund în os în plan perpendicular sau oblic, pe distanţe variabile şi care sunt mineralizate doar periferic, zona centrală nefiind mineralizată (ca în cementul celular).

Fibrele Sharpey care pătrund în os sunt mult mai mari comparativ cu cele care se inseră în cement. Existenţa fasciculelor de colagen inserate în os este explicaţia pentru radioopacitatea crescută; nu este vorba de un conţinut în substanţe anorganice mai ridicat decât în osul adiacent ci, mai degrabă, de modalitatea de dispunere a substanţelor anorganice în jurul fasciculelor de fibre, de lipsa canalelor nutritive şi de aspectul de os gros, lipsit de trabecule.

Datorită deplasărilor minore pe care dintele le face permanent, în interiorul alveolei, peretele acesteia este într-un continuu proces adaptativ, denumit de specialişti **plasticitate funcţională**. Astfel, osul este rapid resorbit în zonele de compresie şi rapid format în zonele de tensiune. Această plasticitate funcţională explică prezenţa mai multor tipuri histologice de os, concomitent în zona de tapetare internă. În timp, fibrele Sharpey (a căror principală caracteristică este perforarea osului de tapetare a alveolei) pot să dispară complet.

În acest context, unii specialişti consideră chiar că structura fasciculară este specifică numai pe suprafaţa distală, în timp ce pe suprafaţa mezială există os de tip compact, format din lamele longitudinale şi sisteme Havers. Tot în sprijinul conceptului de plasticitate funcţională a osului fascicular se înscriu rezultatele studiilor asupra modalităţii de ataşare a fibrelor Sharpey la acest nivel. Recent, au fost descrise mai multe forme de ataşament ale fibrelor Sharpey, clasificarea incluzând: fibre lezate/deteriorate (localizate în osul bătrân, finalizându-se la nivelul liniei de inversiune, marchează joncţiunea între osul vechi şi noul os depozitat pe suprafaţă); fibre de adeziune (localizate complet în osul nou, finalizându-se la nivelul liniei de inversiune, într-un material granular); fibre arborizate (localizate complet în osul nou, finalizându-se în

Scanned with OKEN Scanner

matricea proprie); fibre continue (aparent traversează continuu linia de inversiune, dar în fapt ele se unesc cu fibrele noi şi cele vechi, prin fibrile nestriate, probabil proteine de legătură).

Aspectul marginii interne a alveolei diferă cu vârsta: la tineri este foarte neted, pentru ca apoi să devină aspru, inegal, neregulat.

3.2. OSUL SPONGIOS

Osul spongios (component al osului de suport) este localizat între osul fascicular (osul alveolar propriu-zis) şi placa corticală. Este un **os trabecular**, care ocupă miezul proceselor alveolare.

Histologic, este format din **os de membrană**, fibrilar, cu dispunere în lamele. Particularitatea este conferită de prezenţa **sistemelor Havers** în mijlocul trabeculelor mari.

Elementele morfologice specifice osului spongios al proceselor alveolare sunt următoarele: trabeculele delimitează între ele spaţii areolare, conţinând măduvă osoasă hematogenă (fig. 5.C.3.); acest model trabecular este legat de funcţia pe care trebuie să o îndeplinească şi prezintă o gamă largă de variaţii individuale; spaţiile medulare sunt tapetate de endost, care conferă celulele formative (osteoblaste care se vor transforma în osteocite) şi distructive (osteoclaste) şi nu conţine multe fibre Sharpey; vasele limfatice apar în asociere numai cu măduva osoasă hematogenă, nu şi în sistemele Havers.

Consideraţii clinice

Aşa cum s-a menţionat anterior, în anumite zone (regiunile anterioare ale arcadelor, sau peste suprafaţa radiculară proeminentă din orice regiune) osul spongios poate fi foarte redus sau absent. Consecutiv, osul fascicular fuzionează cu placa corticală, dacă şi ele există. Această trăsătură anatomică are o semnificaţie clinică importantă în stabilirea răspunsului osos la traume, în cazul alegerii unui anumit tip de procedură chirurgicală.

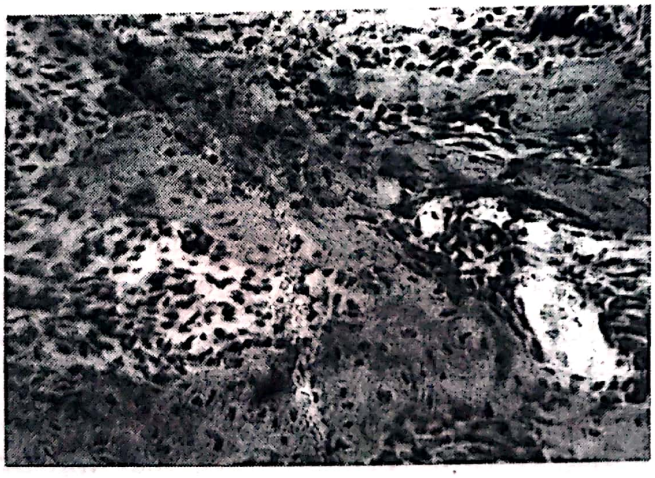


Fig. 5.C.3. Os alveolar – spongioasa: travee osoase anastomozate, delimitând spaţii areolare largi, în care există elemente ale măduvei osoase hematogene (dinte demineralizat, HE, x 400).

Zona spongioasă poate fi clasificată, din punct de vedere **radiologic**, în două tipuri: cu **trabecule interradiculare/interdentare regulate**, orizontale, în aranjament de "scară" (frecvent în mandibulă); cu **trabecule interradiculare/interdentare** delicate, numeroase, **aranjate neregulat** (frecvent în maxilar). În ambele tipuri grosimea trabeculelor şi a spaţiilor care

Scanned with OKEN Scanner

conţin măduvă osoasă hematogenă sunt variabile. **Tipul 1** respectă modelul traiectorial al osului spongios. **Tipul 2** nu prezintă un model traiectorial distinct, fapt care este compensat de numărul mai mare de trabecule.

Uneori, la molarii inferiori, trabeculele radiază din zona apicală a alveolelor în direcţie uşor distală. Acest tip de trabecule, cu orientare distală, sunt mai puţin frecvente în molarii superiori, datorită localizării acestora în apropierea cavităţii nazale şi a sinusului maxilar.

În areolele dintre trabecule există vase, nervi şi măduvă osoasă hematogenă/roşie sau măduvă osoasă galbenă, inactivă, cu numeroase adipocite asociate. La nivelul condilului, în unghiul mandibulei, în tuberozitatea maxilară şi, uneori, în alte focare, măduva osoasă hematogenă/roşie poate fi prezervată timp îndelungat.

Sistemul trabecular prezintă "elongaţii" sau prelungiri care trec spre placa corticală, creând anastomoze între osul spongios şi placa corticală, cu rol de consolidare a întregii structuri.

3.3. PLACA CORTICALĂ

Placa corticală formează zona de suprafaţă, respectiv placa externă (bucală) şi internă (lingual) a proceselor alveolare. Se extinde de la creasta alveolară, bucal sau labial, spre limitele de jos ale alveolelor.

Histologic, este un **os compact fin fibrilar** constituit (ca orice os compact, existent oriunde în corp) din lamele longitudinale, circumferenţiale susţinute de canale Havers, formând **sisteme haversiene** de grosime variabilă. **Canalele Havers** se dispun în direcţia axului longitudinal al dintelui şi se anastomozează cu **canalele Volkmann**, cu orientare perpendiculară sau oblică; aceste canale realizează o reţea complexă, care conţine elementele vasculare şi nervoase ale plăcii corticale. Între sistemele Havers există straturi neregulate de os, numite **lamele interstiţiale**.

Celularitatea este reprezentată predominant de osteocite, în spaţii lacunare ovalare – osteoplaste; osteocitele sunt situate în interiorul sau între lamelele osoase. Din osteoplaste radiază canaliculi foarte mici, care conţin prelungirile osteocitelor. Canaliculii diferitelor osteoplaste se interconectează între ei şi, implicit, prelungirile osteocitelor se conectează unele cu altele prin joncţiuni de tip gap.

Între două alveole adiacente există un **proces alveolar interdentar**. Pentru procesele alveolare interdentare, miezul este constituit din plăcile corticale corespunzătoare, peste care se suprapune, de o parte şi de alta, osul fascicular care delimitează interiorul unei alveole şi, respectiv, osul fascicular al celeilalte alveole. Osul spongios va apare localizat mai apical, ocupând spaţiul de o parte şi de alta a plăcilor corticale, între acestea şi osul fascicular corespondent.

În mandibulă, lamelele circumferenţiale ale osului compact ajung din însăşi corpul mandibulei, în placa corticală. Placa corticală este mai subţire în maxilar, comparativ cu mandibula; grosimea cea mai mare se înregistrează la

Scanned with OKEN Scanner

nivelul premolarilor şi molarilor, pe partea bucală. În maxilar, placa corticală este perforată de numeroase orificii mici, prin care trec elemente vasculare. În mandibulă, placa corticală este densă.

4. VASCULARIZAȚIA PROCESELOR ALVEOLARE

Vascularizaţia este asigurată prin **arterele interdentare** sau **intraseptale**. Arterele intraseptale, în orientarea lor coronară, se ramifică lateral spre spaţiile areolare care conţin măduvă osoasă. Septurile mari pot avea numeroase spaţii areolare şi, implicit, o vascularizaţie mai bogată. În cazul septurilor subţiri, cu areole reduse, vascularizaţia zonală este diminuată sau absentă şi este asigurată de la nivelul periostului. În această situaţie, creasta alveolară poate fi vascularizată de la periost sau de la ligament.

5. FUNCȚIILE PROCESELOR ALVEOLARE

Funcţiile proceselor alveolare se înscriu în cadrul general al funcţiilor parodonţiului, anume de a **proteja, susţine** şi **ataşa dintele**. În plus, procesele alveolare intervin în **asigurarea hematopoezei,** alături de **menţinerea echilibrului mineral**. Un alt rol este reprezentat (prin vascularizaţia şi inervaţia proprie) de realizarea condiţiilor de pasaj pentru elementele nutritive, către celelalte componente ale parodonţiului.

D. GINGIA

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Mucoasa gingivală este un **teritoriu specializat** şi **înalt adaptat al mucoasei orale**. Este localizată în jurul coletului dintelui, extinzându-se apical deasupra osului alveolar şi fiind caracterizată de contactul direct cu dintele, prin intermediul **joncţiunii dentogingivale** (fig. 5.D.1.).

Prin poziţia sa şi datorită structurii joncţiunii dentocementare, mucoasa gingivală este implicată în susţinerea şi stabilizarea dintelui, motiv pentru care este considerată un **component al parodonţiului.**

Structural, este formată dintr-un **epiteliu de suprafaţă** şi un ţesut conjunctiv subjacent, denumit **lamina propria**. Epiteliul de suprafaţă este stratificat pavimentos, în cea mai mare parte keratinizat, existând însă şi zone nekeratinizate sau cu parakeratinizare.

Elementul particular, de natură epitelială, este **epiteliul de joncţiune** adiacent smalţului.

În ansamblu, mucoasa gingivală este o varietate de **mucoasă masticatorie**, datorită expunerii permanente la forţele mecanice dezvoltate în timpul masticaţiei.

Scanned with OKEN Scanner

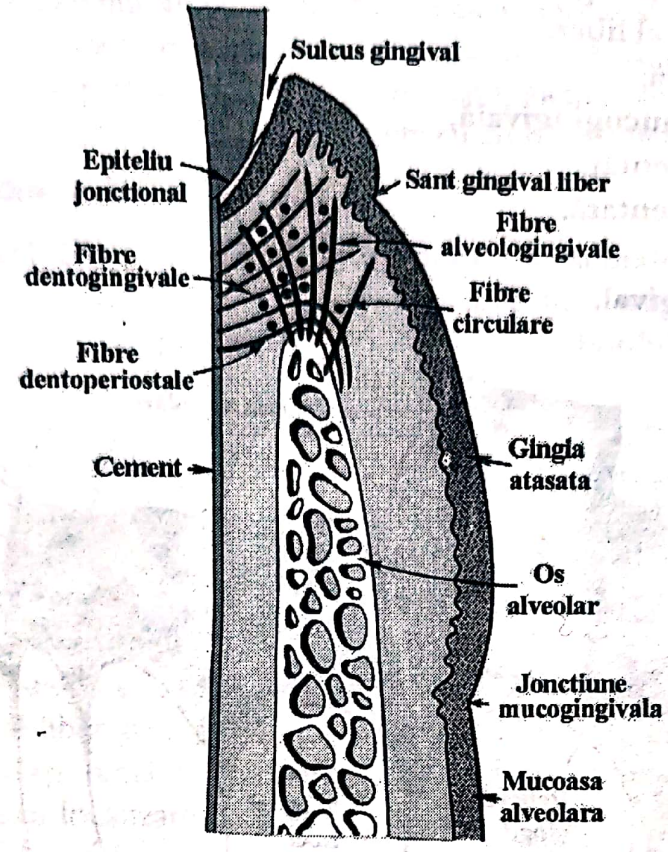


Fig. 5.D.1. Elemente histoarhitectonice la nivelul gingiei – adaptare după (Avery, 1994).

Considerații clinice

Pentru a descrie gingia, diferențiind aspectul normal de modificările patologice, se iau în considerare următoarele criterii: culoarea, conturul, consistența, textura suprafeței, dimensiunile.

Culoarea gingiei este în general roz cu unele variații dependente de rasă (prezența în număr crescut a celulelor care conțin melanină este considerată normală pentru negri, filipinezi și chinezi). Conturul se referă la aspectul festonat al gingiei. Consistența trebuie să fie fermă, elastică, percepându-se aderența strânsă la osul alveolar subjacent. Textura neregulată a suprafeței la nivelul gingiei atașate, comparată cu "coaja de portocală", este normală; aspectul este datorat proiecției zonei superficiale a laminei propria care ridică epiteliul și formează proeminențe rotunjite, alternante cu depresiunile epiteliale; pierderea aspectului neregulat poate reprezenta un indicator al instalării bolii parodontale. Orice modificare în dimensiunea gingiei, determinată de hiperplazie, inflamație, poate atrage atenția asupra bolii parodontale.

2. ORGANIZAREA TERITORIULUI GINGIVAL: ZONE HISTOARHITECTONICE, TERMINOLOGIE

Macroscopic, la nivel gingival se diferențiază **trei zone** mari, distincte histoarhitectonic: **gingia liberă, gingia atașată** și **zona interdentară.**

Teritoriile gingivale sunt definite utilizându-se următoarea **terminologie** (fig. 5.D.2.):

Scanned with OKEN Scanner

- **gingia liberă** (marginea liberă sau gingia marginală);
- **şanţul gingival liber;**
- **gingia ataşată;**
- **joncţiunea mucogingivală;**
- **şanţul interdentar;**
- **papila interdentară;**
- **colul;**
- **sulcusul gingival.**

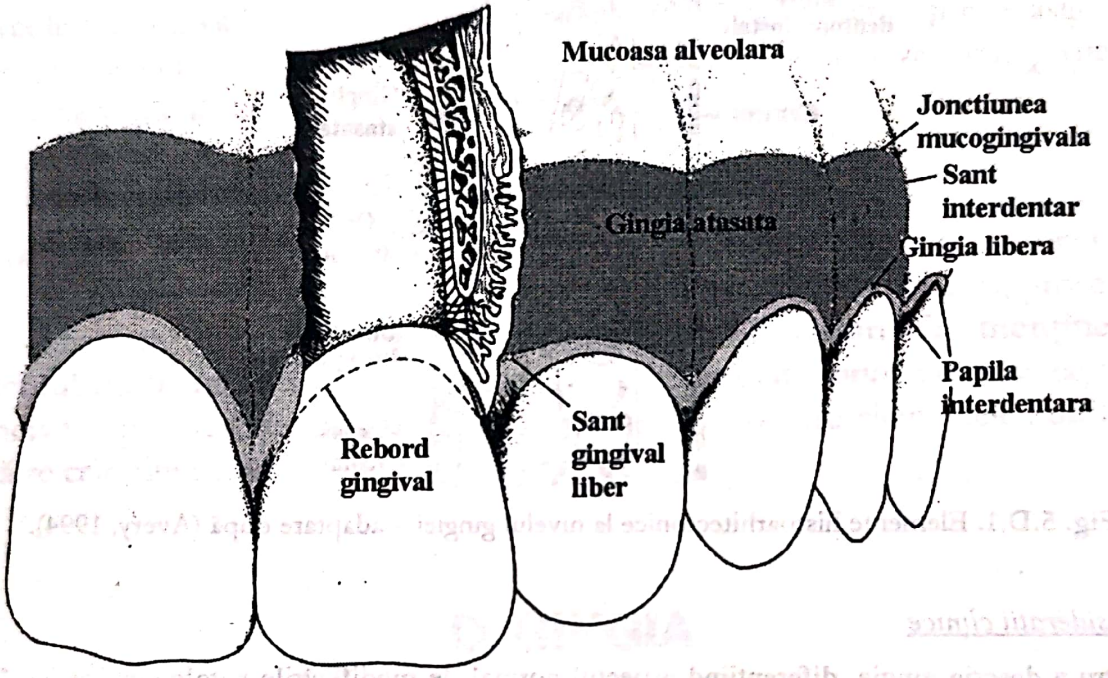


Fig. 5.D.2. Delimitarea diferitelor regiuni în organizarea teritoriului gingival – adaptare după (Avery, 1994).

2.1. GINGIA LIBERĂ

Gingia liberă este porţiunea din gingie care **înconjură coletul dintelui.** Nu este ataşată direct la dinte, delimitând sulcusul gingival ca fiind spaţiul dintre dinte şi gingia liberă. Se întinde de la joncţiunea dentogingivală la şanţul gingival liber.

Pentru a o defini, putem considera 4 limite: **coronară** (dată de marginea gingivală), **apicală** (dată de şanţul gingival liber; în absenţa sa, limita corespunde unei linii opuse capătului superior al sulcusului gingival, la 1-1,5 mm apical de marginea gingivală liberă), pe **marginea internă/suprafaţa dintelui** (dată de sulcusul gingival), pe **suprafaţa externă** (prin cavitatea vestibulară şi orală).

Prezintă două zone: **rebordul** şi **suprafaţa propriu-zisă**. Rebordul gingiei marginale, orientat spre suprafaţa smalţului, este localizat la o distanţă de 0,5-2 mm faţă de joncţiunea amelocementară; are un aspect subţire, efilat sau uşor rotunjit, festonat în sens meziodistal. Morfologia şi poziţia rebordului diferă funcţie de vârstă şi tipul de dinte.

Scanned with OKEN Scanner

Mucoasa gingiei libere este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos (ortokeratinizat, parakeratinizat, nekeratinizat) şi un ţesut conjunctiv dens subjacent. La acest nivel există o interconectare strânsă, prin creste epiteliale lungi şi drepte care pătrund adânc în ţesutul conjunctiv, acesta din urmă având aspectul unor arii papilare fine, interdigitante cu crestele epiteliale.

2.2. ŞANŢUL GINGIVAL LIBER

Şanţul gingival liber separă **gingia liberă** (pe suprafeţele vestibulare şi linguale) de **gingia ataşată**. El apare ca o linie fină sau ca o depresiune a suprafeţei epiteliale, la aproximativ 0,5-2 mm de rebordul gingiei marginale, faţă de care are o dispoziţie paralelă.

Este un element cu caracter inconstant, fiind prezent de manieră observabilă doar la 30% din populaţia generală, independent de existenţa şi dimensiunile sulcusului gingival.

Limita dintre gingia liberă şi gingia ataşată poate fi înlocuită, în absenţa şanţului gingival liber cu un plan imaginar, orizontal, care uneşte joncţiunea amelocementară cu suprafaţa gingivală.

Au fost stabilite anumite variante de corespondenţă între localizarea şanţului gingival liber şi sulcusul gingival. Clasic, prezenţa sa a fost considerată ca fiind la acelaşi nivel cu baza sulcusului gingival; mai recent, se citează corespondenţa ca localizare cu zona superioară a sulcusului. Alte date susţin că poziţia sa este dependentă de o invaginare a epiteliului de suprafaţă în dreptul fibrelor dentogingivale care pornesc de la cementul cervical, şi se extind în corionul gingival.

2.3. GINGIA ATAŞATĂ

Gingia ataşată este porţiunea situată între **mucoasa gingivală liberă** şi **mucoasa alveolară**. Limita de separare faţă de mucoasa gingivală liberă este reprezentată de **şanţul gingival liber**, iar faţă de mucoasa alveolară – **joncţiunea mucogingivală**. Ataşarea se realizează pe de o parte la suprafeţele radiculare şi, pe de altă parte, la procesele alveolare subjacente, prin intermediul fibrelor din lamina propria, care îi conferă imobilitate în raport cu planul osos subjacent.

Gingia ataşată prezintă zone distincte vestibular, lingual, interdentar şi palatin/maxilar.

În condiţii normale, ca indicator al stării de sănătate, gingia ataşată are un aspect neregulat, inconstant pichetat, comparat cu "coaja de portocală". Acest aspect este specific mucoasei gingivale ataşate, el nu mai apare în alte zone ale mucoasei orale. De aceea, în absenţa inflamaţiei, teritoriul gingiei ataşate se individualizează clar, excepţie făcând palatul dur, unde nu există nici o linie de demarcaţie între gingia ataşată şi mucoasa masticatorie. În situaţii patologice, aspectul de "coajă de portocală" dispare datorită edemului.

Mucoasa gingivală ataşată este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos cu orto şi parakeratinizare şi lamina propria subjacentă (fig. 5.D.3.).

Scanned with OKEN Scanner

Epiteliul realizează creste adânci, marcate, care pătrund în ţesutul conjunctiv, spaţiind papile înalte; această modalitate de interpătrundere conferă o rezistenţă deosebită (fig. 5.D.4., fig. 5.D.5.).

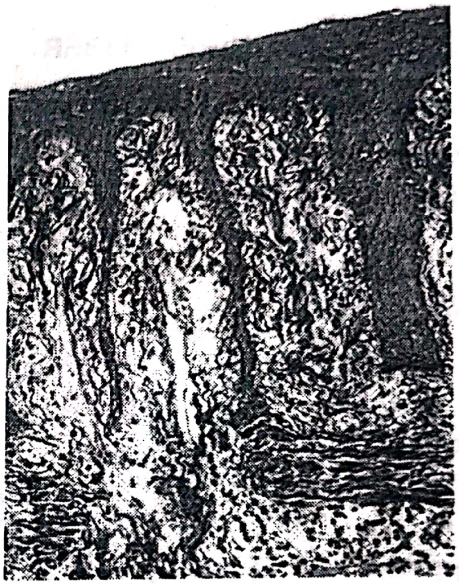


Fig. 5.D.3. Gingie ataşată:
epiteliu stratificat pavimentos cu parakeratinizare, lamina propria cu strat papilar şi strat reticular (Szekely, x 200).

Fig. 5.D.4. Gingia ataşată:
creastă epitelială
(Szekely, x 400).

Fig. 5.D.5. Gingia ataşată:
strat papilar superficial
(Szekely, x 400).

Scanned with OKEN Scanner

Grosimea variază între 1-9 mm. Din punct de vedere clinicomorfologic, o anumită grosime este absolut necesară pentru menţinerea statusului fiziologic. În acest context, o grosime adecvată este cea care realizează dispersarea tirajului fibrelor ţesutului conjunctiv şi a fibrelor musculare în mucoasa alveolară.

2.4. JONCŢIUNEA MUCOGINGIVALĂ

Joncţiunea mucogingivală reprezintă limita dintre **mucoasa gingivală ataşată** şi **mucoasa alveolară.** Zona de joncţiune este foarte abruptă şi apare sub forma unei linii cu aspect de "solzi de peşte" sau sub forma unei uşoare depresiuni – **şanţul mucogingival.**

Morfologic, marchează **zona de tranziţie** de la epiteliul keratinizat/parakeratinizat şi lamina propria conţinând fascicule de colagen grosolan, ataşate de periost (specifice mucoasei gingiei ataşate) la epiteliul nekeratinizat şi lamina propria mai laxă, bogată în fibre elastice (specifice mucoasei alveolare). Clinic, se remarcă diferenţa dintre culoarea roz mai pronunţată a mucoasei alveolare şi roz mai palid a mucoasei gingivale.

2.5. ŞANŢUL INTERDENTAR

Şanţul interdentar este un şanţ vertical paralel cu axul longitudinal al dinţilor adiacenţi, cu orientare către papilele interdentare, corespunzând depresiunilor dintre rădăcinile dinţilor adiacenţi.

2.6. PAPILELE INTERDENTARE

Papilele interdentare sunt porţiuni ale gingiei care umplu **spaţiul interproximal** dintre coroanele dentare adiacente, pe suprafeţele labiale şi linguale, fără a fi ataşate la structurile osoase subjacente. Papilele interdentare au formă conică sau piramidală (de cui sau de pană) sau, mai recent introdusă ca noţiune, formă concavă orientată faciolingual. Depresiunea în formă de şa existentă la nivelul papilelor interdentare a fost denumită **colet** sau **col.**

2.7. COLUL PAPILELOR INTERDENTARE

Interproximal faţă de suprafeţele dinspre cavitatea vestibulară şi cavitatea orală ale papilelor interdentare există o arie concavă, numită **col.**

Astfel, gingia interdentară pare să aibe conturul unui col, ca o depresiune delimitată de vârfuri bucale şi linguale.

Morfologia colului diferă între faţa anterioară şi faţa posterioară a dintelui. Pe faţa anterioară colul are formă de piramidă, în timp ce posterior este turtit. Cu vârsta, vârfurile interdentare vestibulare şi orale coboară şi aria colului se aplatizează.

S-a considerat că, în dezvoltarea joncţiunii dentogingivale, epiteliul oral înlocuieşte total epiteliul redus al organului smalţului, excepţie făcând regiunea colului, unde exista supoziţia că epiteliul redus al organului smalţului persistă. Datorită acestei false supoziţii colul avea atribuit un grad exagerat de

Scanned with OKEN Scanner

vulnerabilitate şi prezenta o importanţă particulară în instalarea bolii parodontale. La momentul actual este însă unanim acceptat fapul că structura colului nu este diferită de structura mucoasei gingivale, îndeosebi în zona interdentară, şi că el reprezintă o duplicaţie a aspectului văzut într-o secţiune realizată prin suprafeţele bucale şi linguale ale dintelui. Nu există nici o evidenţă certă că elementele structurale ale colului cresc vulnerabilitatea la boala parodontală.

În aria colului, morfologic, epiteliul de suprafaţă este de tip stratificat pavimentos, dar mult mai subţire şi nekeratinizat; epiteliul trimite numeroase expansiuni profunde în ţesutul conjunctiv subjacent.

Epiteliul colului prezintă o mare similitudine cu epiteliul joncţional, având aceeaşi origine, în epiteliul redus al organului smalţului; la acest nivel există o rată înaltă de înlocuire prin diviziune celulară continuă.

Colul prezintă de obicei semne de inflamaţie (gingivite interdentare) deoarece aria interproximală este dificil de menţinut curată, datorită relaţiilor morfologice existente între dinţii adiacenţi. Această poziţie favorizează formarea şi depunerea de plăci bacteriene şi calculi. Când gingia este inflamată şi hiperemică, colul creşte în dimensiuni.

2.8. SULCUSUL GINGIVAL

Sulcusul gingival este spaţiul de forma unui şanţ puţin adânc delimitat de **suprafaţa dintelui** şi **gingia liberă**. El se întinde de la rebordul gingiei marginale la capătul superior al epiteliului joncţional aderent de smalţ. Sulcusul gingival măsoară în condiţii fiziologice 0,5-3 mm, cu o medie de 1,8 mm. Orice adâncime care depăşeşte 3 mm poate fi considerată patologică, sulcusul gingival devenind pungă parodontală.

Când dintele devine funcţional, baza sulcusului corespunde jumătăţii cervicale a coroanei anatomice. Odată cu înaintarea în vârstă, baza sulcusului migrează apical, putând fi localizată chiar pe suprafaţa cementului.

La acest nivel se găseşte o cantitate redusă de fluid care a străbătut epiteliul joncţional, numit **fluid sulcular**; acesta conţine şi un amestec de celule epiteliale descuamate din epiteliul joncţional şi sulcular, alături de polimorfonucleare neutrofile. Cantitatea de fluid sulcular creşte semnificativ în inflamaţia gingivală. Acest fapt poate constitui un semn clinic în diferenţierea gingiei normale de gingia inflamată.

3. STRUCTURA GINGIEI

În funcţie de diferitele **teritorii** existente la nivelul gingiei, **mucoasa gingivală** (constituită din epiteliu de suprafaţă şi lamina propria) prezintă **elemente particulare**.

Astfel, morfologia este uşor diferită pe suprafeţele vestibulare şi linguale ale gingiei libere, gingiei ataşate şi papilelor interdentare şi, respectiv, la nivelul joncţiunii dentogingivale.

Scanned with OKEN Scanner

3.1. MUCOASA GINGIVALĂ – GINGIA LIBERĂ, ATAŞATĂ ŞI PAPILELE INTERDENTARE

La acest nivel epiteliul se interdigitează cu ţesutul conjunctiv subjacent, formând creste epiteliale lungi, interconectate, separate prin papile de ţesut conjunctiv ale laminei propria. Componentă a cavităţii orale, mucoasa gingivală respectă în general organizarea mucoasei orale. În acest context, unele dintre elementele prezentate în continuare se vor regăsi, detaliate, în capitolul **Mucoasa orală.**

3.1.1. Epiteliul de suprafaţă

Cel mai frecvent, **epiteliul** este stratificat pavimentos cu **ortokeratinizare.** În anumite zone, pot să apară şi variante epiteliale, fie cu **parakeratinizare**, fie **nekeratinizate.** Pentru epiteliul stratificat pavimentos cu ortokeratinizare şi parakeratinizare se descriu 4 straturi celulare: bazal, spinos, granulos şi cornos.

Epiteliul ortokeratinizat se caracterizează prin faptul că celulele din stratul superficial, cornos, şi-au pierdut nucleii, iar citoplasma a fost înlocuită cu numeroase filamente de keratină; în această varietate epitelială, stratul granulos este foarte bine reprezentat.

Epiteliul parakeratinizat prezintă celulele de suprafaţă cu nuclei picnotici, intens coloraţi, citoplasma conţinând puţine filamente de keratină, sau acestea fiind complet absente; stratul granulos fie nu există, fie este slab reprezentat, sau inconstant prezent; nu se formează un strat cornos propriu-zis (fig. 5.D.6.).

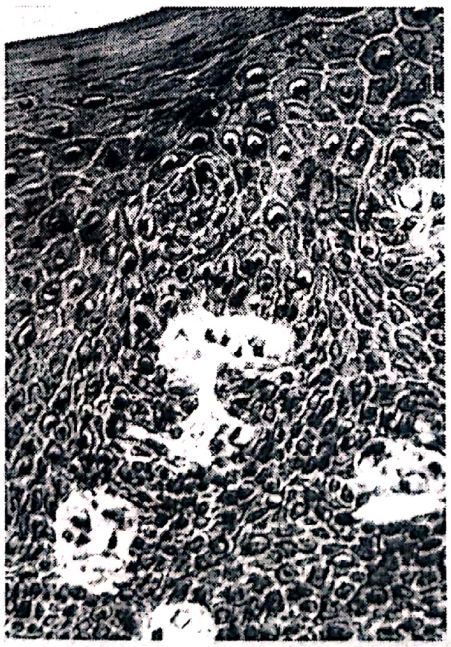


Fig. 5.D.6. Gingia ataşată: detaliu pentru structura epiteliului stratificat pavimentos cu parakeratinizare (HE, x 400).

Epiteliul nekeratinizat relevă celulele de suprafaţă cu nuclei menţinuţi şi citoplasmă fără filamente de keratină; stratul cornos şi stratul granulos sunt complet absente.

Scanned with OKEN Scanner

Histoarhitectonia epiteliului stratificat pavimentos cu ortokeratinizare include:

- **Stratul bazal**

În **stratul bazal** celulele, cuboidale sau prismatice joase, cu nuclei ovali, sunt dispuse pe un singur rând pe membrana bazală şi au o intensă activitate mitotică.

- **Stratul spinos**

Stratul spinos este format din mai multe rânduri de celule (4-5), iar activitatea mitotică poate fi uneori prezentă şi aici, în celulele adiacente stratului bazal.

Celulele au formă poliedrică, cu prelungiri citoplasmatice scurte, unite între ele prin joncţiuni de tip desmozomi, dar separate unele de altele prin cantităţi importante de fluid intercelular; în MO apar aspecte artefactuale datorate fixării, colorării şi montării: imagine de celulă retractată, înconjurată de spinişori, motiv pentru care acest strat a fost denumit strat spinos. Citoplasma celulară prezintă o abundenţă de fibrile/tonofibrile care proiemină spre desmozomi şi se ataşează de aceştia.

În rândurile superioare ale stratului, celulele conţin în citoplasmă o incluzie unică, sub formă de granulă sferică densă, asociată intim cu membrana celulară (granule acoperite de membrane); aceste granule fuzionează cu membrana citoplasmatică şi elimină conţinutul lor în spaţiul intercelular. Natura şi funcţia acestor granule nu este complet elucidată, dar există diferenţe între granulele stratului spinos în epiteliul keratinizat, şi, respectiv, cel nekeratinizat.

- **Stratul granulos**

Stratul granulos este format din 3-5 rânduri celulare; este bine reprezentat în epiteliul keratinizat, şi slab reprezentat sau neexistent în cel nekeratinizat.

Celulele conţin în citoplasmă numeroase granule dense, relativ mari (0,5-1 μm), de keratohialină (intens bazofile, dense în ME), asociate cu numeroase microfilamente, cu ribozomi; granulele de keratohialină participă la formarea numeroaselor filamente de keratină existente în straturile superficiale.

Citokeratinele sintetizate la nivelul epiteliului oral formează un grup heterogen (30 identificate), iar variaţii ale citokeratinelor au fost asociate direct cu mucoasa orală în curs de diferenţiere şi mucoasa orală transformată patologic. Joncţiunea dintre celulele nucleate din stratul granulos şi celulele keratinizate ale stratului superficial este foarte abruptă.

- **Stratul cornos**

În **stratul cornos** celulele sunt extrem de turtite, de forme foarte variate, lipsite de nuclei şi pline de filamente de keratină înconjurate de o matrice.

Celulele de suprafaţă sunt în mod cotinuu îndepărtate şi înlocuite prin migrarea/ascensionarea celulelor din straturile subjacente.

Scanned with OKEN Scanner

➢ O **variantă** de epiteliu keratinizat sau parakeratinizat, denumită **keratinizare** sau **parakeratinizare incompletă**, poate fi observată uneori la nivelul epiteliului gingival, în secţiuni histologice colorate tricromic. În această situaţie celulele pavimentoase cele mai superficiale se colorează diferit, similar cu celulele nucleate din straturile profunde. Procesul de keratinizare sau parakeratinizare incompletă apare datorită rehidratării celulelor superficiale, prin preluarea unei cantităţi de fluid din cavitatea orală.

- **Turnover-ul epiteliului oral**

Turnover-ul epiteliului oral este **extrem de înalt**. Studiile dinamicii acestui epiteliu au fost realizate utilizând metoda radioautografică, prin celule marcate experimental cu timidină radioactivă, care evidenţiază sinteza de ADN. Fragmente de ţesut sunt prelevate la intervale diferite de timp, iar marcajul este relevat iniţial în stratul bazal, pentru ca apoi, în timp, să ascensioneze gradat spre stratul cornos. Marcajul indică o mişcare a celulelor bazale în plan perpendicular şi spre suprafaţa epitelială.

Literatura de specialitate precizează că, în raport cu localizarea şi adaptabilitatea funcţională a mucoasei, diferenţierea celulară se face în cursul deplasării spre suprafaţă, caracterul căpătat fiind fie de celule keratinizate, fie de celule parakeratinizate, fie de celule nekeratinizate. Teritorii diferite au un turnover diferit.

Alături de populaţia **keratinocitară**, în epiteliu există şi alte celule, **nonkeratinocitare**: celule Langerhans, celule Merkel, melanocite, limfocite. Cele mai multe dintre ele apar în MO sub forma unui nucleu înconjurat de un halou clar, motiv pentru care sunt denumite, în ansamblu, celule clare. Nu au nici o trăsătură caracteristică comună cu celulele epiteliale, cu excepţia celulelor Merkel, care sunt unite de celulele vecine prin desmozomi.

Deoarece populaţia celulară nonkeratinocitară este prezentă nu numai la nivelul epiteliului gingival, ci şi în întregul epiteliu oral, morfologia acestor celule este detaliată în capitolul **Mucoasa orală**.)

3.1.2. Limita epiteliu – lamina propria

Membrana bazală care separă ţesutul epitelial de suprafaţă de ţesutul conjunctiv subjacent este o membrană bazală obişnuită, formată din cele trei subunităţi specifice: **lamina lucida, lamina densa, lamina reticularis**.

Celulele epiteliale din stratul bazal se ancorează de suprafaţa membranei bazale prin hemidesmozomi. Hemidesmozomii sunt formaţi dintr-o placă de ataşare care prezintă modificări intracelulare ale tonofilamentelor ce penetrează membrana celulară, terminându-se în structura membranei bazale.

Ataşarea membranei bazale la ţesutul conjunctiv subjacent se realizează prin fibre fine de colagen tip VII, numite fibre de ancorare; acest complex de fibre se găseşte la intervale de-a lungul membranei celulelor bazale, la interfaţa epitelio-conjunctivă.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.3. Lamina propria

Prin proprietăţile sale inductive, ţesutul conjunctiv al laminei propria exercită control asupra epiteliului de suprafaţă şi favorizează procesul de maturare epitelială.

Lamina propria este organizată în două straturi distincte: **stratul papilar**, superficial şi **stratul reticular**, profund, existând, de asemenea, fascicule dense de fibre de colagen care asigură ancorarea gingiei libere şi gingiei ataşate.

Stratul papilar prezintă un număr mare de proiecţii digitiforme de ţesut conjunctiv, extrem de lungi, care se extind în suprafaţa profundă a epiteliului; ele se numesc **papile conjunctive** şi sunt separate de expansiuni epiteliale interdigitate şi adânci, numite **creste epiteliale**. Aspectul proiecţiilor conjunctive este diferit în funcţie de vârstă. La adultul tânăr, proiecţiile sunt mai puţin marcate cu aspect de ridicături conjunctive alternând cu zone de depresiune epitelială. La adultul matur, ridicăturile sunt înlocuite cu expansiuni conjunctive marcate, individualizate, denumite papile. La bătrân, numărul papilelor scade, ele sunt mai scurte şi mai largi.

Ţesutul conjunctiv fibros este organizat spre a opune rezistenţă forţelor masticatorii. Fasciculele dense de fibre de colagen sunt organizate pentru a susţine gingia liberă şi gingia ataşată. Fibrele, numite **fibre gingivale**, se ridică de pe suprafaţa periostală a crestelor alveolare şi de pe aria cervicală a cementului, se interpătrund cu fibrele care au traiect în jurul dintelui şi se extind de pe suprafaţa unui dinte la suprafaţa următorului. Aceste fibre formează **ligamentele gingivale:** dentogingival, alveologingival, circular/circumferenţial, dentoperiostal (fig. 5.B.4.).

Ligamentul dentogingival sau **gingival liber** are originea în cementul cervical şi se inseră în teritoriul gingiei libere şi gingiei ataşate. **Ligamentul alveologingival** are originea la nivelul crestelor alveolare şi se inseră tot la nivelul gingiei libere şi gingiei ataşate. **Ligamentul circular/circumferenţial** are, deopotrivă, origine şi inserţie gingivală. **Ligamentul dentoperiostal** are punctul de plecare în cementul cervical, inserându-se în periostul plăcilor corticale externe şi în cementul adiacent dintelui.

Lamina propria conţine un număr redus de fibre elastice.

Componenta celulară a laminei propria este reprezentată de celulele caracteristice ţesutului conjunctiv: fibroblaste, mastocite, macrofage, adipocite, plasmocite, eozinofile, limfocite, celule nediferenţiate, celule care însoţesc elementele vasculare (pericite, celule musculare netede) şi nervoase (celule Schwann).

3.2. JONCŢIUNEA DENTOGINGIVALĂ

La acest nivel, epiteliul poate fi divizat în două compartimente: **epiteliu sulcular şi epiteliu joncţional.**

Scanned with OKEN Scanner

3.2.1. Epiteliul sulcular

Epiteliul sulcular tapetează sulcusul gingival, constituind peretele moale al acestuia; este orientat cu faţa spre dinte, fără însă a fi ataşat de smalţ. El se întinde de la **rebordul marginal gingival** până la **epiteliul de joncţiune** (fig. 5.D.7.).

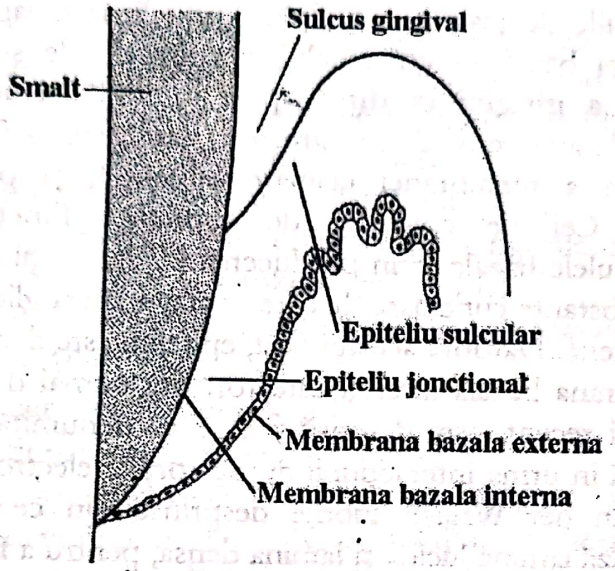


Fig. 5.D.7. Reprezentare schematică a zonelor de epiteliu joncţional şi epiteliu sulcular – adaptare după (Avery, 1994).

Este un **epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat subţire**, chiar dacă uneori stratul granulos, specific keratinizării, poate fi observat. Celulele sunt dispuse aglomerat şi conţin cantităţi reduse de citoplasmă, iar ME relevă RER slab reprezentat şi numeroase tonofilamente. Membrana bazală de susţinere este rectilinie, lipsind crestele epiteliale. Absenţa keratinizării la acest nivel este datorată, cel mai probabil, inflamaţiei permanente a ţesutului conjunctiv subjacent.

3.2.2. Epiteliul joncţional

Epiteliul joncţional reprezintă o **formă unică** de epiteliu, formând un guler în jurul regiunii cervicale a dintelui şi fiind în contact cu suprafaţa mineralizată a dintelui. El este **adiacent suprafeţei smalţului**, de la joncţiunea amelocementară, extinzându-se coronar, pe o distanţă de 2-3 mm, până la baza sulcusului gingival (fig. 5.D.7.).

Epiteliul joncţional este un **epiteliu stratificat, subţire**. Are o formă oarecum triunghiulară, sau în evantai: prezintă o zonă mai largă la baza sulcusului gingival, unde grosimea sa ajunge la 15-30 rânduri de celule suprapuse şi o zonă îngustă apical, corespunzătoare joncţiunii amelocementară, unde grosimea este de 3-4 celule.

Particularitatea structurală unică constă în faptul că acest epiteliu este limitat de **două membrane bazale** rectilinii, diferite structural: o **membrană**

Scanned with OKEN Scanner

bazală externă, care îl separă de ţesutul conjunctiv subjacent (aşa cum există oriunde, la interfaţa epitelioconjunctivă) şi o **membrană bazală internă**, ataşată de dinte, produsă exclusiv de celulele epiteliale.

Deşi ataşarea celulelor epiteliale la suprafaţa dintelui este aproximativ similară cu interfaţa dintre epiteliu şi ţesut conjunctiv din orice zonă a corpului, **membrana bazală internă** este diferită de toate celelalte membrane bazale care separă epiteliile de ţesutul conjunctiv, prin lipsa colagenului tip IV. La nivelul membranei bazale interne, celulele epiteliale de suprafaţă realizează **ancorarea reală a gingiei la dinte**, prin intermediul hemidesmozomilor dezvoltaţi (placă de ataşare de 20 nm grosime, care pare să fie continuă/alipită cu partea internă a membranei celulare epiteliale, şi pe care se inseră tonofilamentele). Celulele epiteliale de suprafaţă funcţionează probabil asemănător cu celulele bazale, prin producerea unei secreţii membrană bazală-like, sau a unei substanţe cuticulare, la care se pot adăuga glicoproteine salivare şi depozite bacteriene. Datorită acestui fapt, epiteliul este denumit şi epiteliu de ataşament. Membrana bazală internă este formată numai din lamina lucida şi lamina densa; mai recent, este descrisă şi o zonă denumită sublamina lucida (probabil rezultată în urma interacţiunii dintre forţele electrostatice de repulsie şi de atracţie Van der Waals). Fibrile desprinse din celulele epiteliale de suprafaţă penetrează lamina lucida şi lamina densa, pentru a facilita ataşamentul la suprafaţa dintelui.

Pentru caracterizarea epiteliului se pot diferenţia două straturi celulare: **stratul bazal** şi **stratul suprabazal.**

Stratul bazal, ancorat prin hemidesmozomi de membrana bazală externă, este format din celule cuboidale sau ovalare, care prezintă o activitate mitotică intensă.

În **stratul suprabazal**, celulele au iniţial un aspect stelat, cu contur neregulat, iar treptat capată un caracter pavimentos, devenind turtite, aplatizate, cu dispoziţie paralelă cu suprafaţa dintelui.

ME evidenţiază în citoplasmă elemente care diferă considerabil de cele prezente în celulele epiteliului gingival din alte teritorii: cantitatea de RER şi de complex Golgi este semnificativ mai mare, sunt prezente mult mai puţine tonofilamente; există lizozomi primari, fagolizozomi, vezicule electronclare care conţin structuri rotunde sau ovalare, electrondense.

Histochimic au fost identificate fosfataze acide, glicoproteine şi glicolipide (vezicule de sinteză), sau resturi de bacterii în curs de degradare (vezicule fagocitare).

Între celule sunt puţine joncţiuni tip desmozomi, mai frecvent joncţiuni gap şi strânse. Spaţiile extracelulare dintre celule sunt mai mari (18% din suprafaţa totală a epiteliului este reprezentat de spaţiul intercelular), fapt reflectat de densitatea mai scăzută a desmozomilor din epiteliul joncţional (de 4 ori mai mică decât în epiteliul gingival). În interiorul acestor spaţii intercelulare se găsesc polimorfonucleare şi monocite care trec din ţesutul conjunctiv gingival în sulcus; spaţiile intercelulare facilitează pătrunderea antigenelor.

Scanned with OKEN Scanner

Sintetizând, **celulele epiteliului joncţional** au numeroase **caracteristici de identificare** care le diferenţiază de celulele epiteliale din alte arii ale gingiei: au raport tonofilamete/citoplasmă mic; numărul de desmozomi dintre celule este de patru ori mai mic decât între alte celule, ceea ce permite migrarea transepitelială a moleculelor cu greutate moleculară mare şi a celulelor; organitele celulare implicate în sinteză şi glicozilare sunt mai bine dezvoltate.

Aceste caracteristici morfologice indică faptul că epiteliul joncţional este un **epiteliu nediferenţiat imatur,** fapt confirmat prin studii de IHC care au analizat keratinele (proteine componente ale unei familii multigenice) prezente în citoplasma celulară şi carbohidraţii existenţi pe suprafaţa celulară. Citokeratinele identificate au următoarea distribuţie:

- în stratul bazal, pe toată întinderea mucoasei gingivale, inclusiv la nivelul joncţiunii cementogingivale – citokeratine 5 şi 14;
- în celelalte straturi ale epiteliului gingiei libere, ataşate şi interdentare – citokeratine 1 şi 10;
- în epiteliul sulcular – citokeratine 4 şi 13;
- în epiteliul joncţional – citokeratine 19, 8 şi 18.

Carbohidraţii de suprafaţă membranară celulară sunt markeri de maturare; ei sunt denumiţi A, H şi N, A fiind un indicator de maturitate epitelială, H (precursorul lui A) reprezentând o maturare incompletă şi N (precursorul lui H) relevând cel mai scăzut grad de diferenţiere. Markerul A, indicând cel mai înalt nivel de diferenţiere, apare în straturile superioare ale epiteliului oral, inclusiv în gingia liberă, ataşată şi în papilele interdentare; tot aici, în stratul bazal, este identificat markerul N. În epiteliul sulcular markerul A este prezent numai în câteva celule, în rest predominând precursorul H, markerul N fiind, de asemenea, existent în stratul bazal. Markerul N este singurul marker carbohidrat evidenţiabil în epiteliul joncţional.

Ca în toate epiteliile, celulele bazale suferă diviziune celulară pentru a înlocui celulele care se exfoliază la suprafaţă. **Turnover**-ul epiteliului joncţional se caracterizează printr-o rată foarte înaltă, de 6 zile. Datorită faptului că celulele de suprafaţă sunt specializate pentru procesul de ataşare, epiteliul joncţional prezintă o trăsătură neobişnuită, suprafaţa sa nefiind disponibilă pentru eliminarea celulelor. De aceea, celulele care provin din turnover-ul înalt al celulelor bazale ascensionează spre suprafaţa dintelui până la aproximativ două-trei straturi de celule distanţă faţă de membrana bazală internă şi respectiv smalţ şi apoi urmează o cale de deplasare în direcţie coronară, paralelă cu suprafaţă dintelui, pentru a fi exfoliate în sulcus. În timpul migrării spre exterior a celulelor nou formate, celulele superficiale, continuu înlocuite, îşi menţin ataşarea cu suprafaţa dintelui. Ataşarea este dinamică, noi hemidesmozomi fiind formaţi.

Specialiştii consideră că mecanismul responsabil de menţinere a ataşamentului este probabil similar cu cel implicat în vindecarea rănilor, în care celulele epiteliale migrează pe suprafaţa plăgilor, formând şi menţinând o ataşare cu membrana bazală de dedesubt.

Scanned with OKEN Scanner

Considerații clinice

Deteriorarea și pierderea atașării epiteliale reprezintă un proces patologic, conducând la o adâncire ulterioară a sulcusului gingival. Acest proces patologic poate fi datorat unor factori diverși: o inflamație accentuată a celulelor epiteliale superficiale, de atașament sau a țesutului conjunctiv subjacent; un răspuns imun la antigeni bacterieni, o iritație mecanică datorată instrumentarului, agresiunii exercitate de alimente, formării de placă sau calculi.

3.2.3. Țesutul conjunctiv subjacent epiteliului sulcular și epiteliului joncțional

Datele din literatură atestă **expresii fenotipice diferite** ale țesutului conjunctiv subjacent epiteliului sulcular și, respectiv, epiteliului joncțional.

Pornind de la faptul că țesutul conjunctiv joacă un rol determinant în determinarea expresiei epiteliale, se consideră că epiteliul sulcular este susținut de un țesut conjunctiv asemănător celui din lamina propria a epiteliului gingival oral, care are capacități instructive și influențează maturarea epitelială. Consecutiv, epiteliul sulcular, asemănător cu epiteliul gingival oral, se maturizează. În schimb, epiteliul joncțional este susținut de un țesut conjunctiv localizat mai profund, în legătură cu ligamentul parodontal, care conține numai factori permisivi, implicați numai în menținerea epiteliului, nu și în maturare. Epiteliul joncțional, prin caracterul său imatur, poate forma hemidesmozomi la contactul cu suprafața dintelui.

Diferențele structurale dintre cele două tipuri de țesut conjunctiv sunt importante pentru elucidarea mecanismelor care stau la baza instalării bolii parodontale și pentru instituirea unor proceduri stomatologice de regenerare a joncțiunii dentogingivale.

Țesutul conjunctiv subjacent ambelor epitelii (sulcular și joncțional) prezintă o trăsătură morfologică care îl particularizează în raport cu lamina propria gingivală. Această trăsătură constă în prezența unei **populații de celule inflamatorii**, chiar în **condiții fiziologice**. Instalarea unui anumit grad de inflamație, element aproape normal la nivelul joncțiunii dentogingivale, are loc din momentul erupției dentare.

Prezența acestui infiltrat inflamator în zona conjunctivă subjacentă epiteliului sulcular (dar nu și în cea care susține epiteliul gingival oral) este asociată cu dobândirea caracterului epitelial nekeratinizat la acest nivel. Studiile de specialitate (pe experimente animale) arată că expresia epitelială de nekeratinizare este o consecință directă a procesului inflamator deoarece, dacă se implementează un regim strict de igienă orală și antibiotice, epiteliul sulcular se keratinizează.

Astfel, procesul inflamator pare a fi responsabil de transformarea unui model de maturație în altul, prin deprimarea unei trăsături morfologice. Există o relație și între epiteliul joncțional și infiltratul inflamator subjacent, un anumit grad de inflamație inducând un grad optim de proliferare epitelială, care reprezintă turnover-ul epiteliului joncțional.

Scanned with OKEN Scanner

Odată cu înaintarea în vârstă, probabil datorită nivelului în scădere a inflamaţiei ţesutului conjunctiv, poate să apară o deplasare lentă a zonei de ataşament. Acest proces a fost denumit, incorect, erupţie pasivă.

Datorită inflamaţiei, odată cu îndepărtarea celulelor epiteliale rezultate din turnover-ul epitelial se elimină şi o cantitate importantă de lichid sulcular, alături de numeroase leucocite. Astfel, polimorfonuclearele neutrofile migrează continuu în epiteliul joncţional şi sulcular, trec printre celulele epiteliale şi ajung în sulcusul gingival şi ulterior în fluidul oral, într-un ritm de 3.000/minut.

Această situaţie poate persista la majoritatea populaţiei toată viaţa, fără pierderea epiteliului joncţional, ceea ce indică o formă de imunocompetenţă în acest ţesut. Se pare că în câştigarea imunocompetenţei intervin legăturile existente la acest nivel între vascularizaţie, inervaţie (prin neuropeptide secretate) şi celulele imunocompetente.

După cum am menţionat anterior, în finalul prezentării epiteliului joncţional, dacă însă procesul inflamator depăşeşte un anumit grad, are loc o proliferare activă la nivelul epiteliului joncţional, urmată de migrarea acestuia. Se formează astfel o pungă parodontală, semn al debutului instalării bolii parodontale.

Rolul inflamaţiei în stimularea unui proces de proliferare epitelială este susţinut şi de dovezile oferite de transformarea resturilor Malassez existente în ligamentul parodontal. Acestea proliferează intens, ceea ce duce la formarea unor chisturi dentare, în cazul instalării unui important infiltrat inflamator în ţesutul conjunctiv al ligamentului.

4. VASCULARIZAŢIA GINGIEI

Vascularizaţia gingiei este foarte bine reprezentată. Pentru mucoasa gingivală în general, sângele derivă în principal din **vasele supraperiostale** din periostul proceselor alveolare, cu origine în **arterele linguală, mentală** şi **buccinatorie**. Arterele din osul alveolar şi ligamentul parodontal fuzionează cu vasele supraperiostale pentru ca ulterior, ramificându-se în plan perpendicular, să formeze un **plex gingival**, format din arteriole, capilare şi venule mici. **Anse capilare** se distribuie în papilele de ţesut conjunctiv ale laminei propria.

Pentru joncţiunea dentogingivală, vasele derivă din continuarea **arterelor interalveolare**, când ele pătrund prin creasta alveolară. Vasele sunt paralele cu epiteliul sulcular, se extind pe întreaga lungime a acestuia şi formează, chiar dedesubtul membranei bazale, o reţea bogată de capilare, orientată către suprafaţa externă a gingiei. La acest nivel sunt prezente venule postcapilare cu endoteliu înalt, care exprimă molecule ICAM, facilitând astfel un important trafic leucocitar.

Vascularizaţia gingiei este parte integrantă a vascularizaţiei parodonţiului. Ea poate fi compartimentată în **trei zone**: orientată spre ligamentul parodontal, spre gingia cu faţa spre cavitatea orală şi spre gingia adiacentă dintelui. Conexiuni între cele trei compartimente permit circulaţia colaterală.

Scanned with OKEN Scanner

5. INERVAȚIA GINGIEI

Inervaţia este asigurată de ramuri terminale ale fibrelor nervoase parodontale şi de ramuri ale nervilor infraorbitari şi palatin sau lingual, mentonier şi bucal.

În gingia ataşată, majoritatea nervilor se termină în lamina propria şi numai câteva terminaţii pot pătrunde printre celulele epiteliale. Se pot observa diferite tipuri de **terminaţii nervoase**, cum ar fi: corpusculi Meissner sau Krause, bulbi terminali, anse, sau fibre fine care intră în epiteliu ca fibre ultraterminale. Experimental însă, la animale, a fost demonstrată şi o bogată inervaţie a epiteliului joncţional, formată din terminaţii nervoase libere insinuate printre celulele epiteliale adiacente de smalţ. La acest nivel au fost identificate structuri veziculare şi neuropeptide.

6. FUNCȚIILE GINGIEI

Mucoasa gingivală este o **mucoasă de tip masticator**, având un rol extrem de important în procesul de masticaţie. Întreaga sa structură este concepută pentru a rezista forţelor exercitate de bolul alimentar. În procesul de masticaţie, gingia acţionează împreună cu limba, mucoasa palatină şi dinţii. Odată ajunse în cavitatea orală alimentele sunt orientate de la gingie spre limbă, de unde sunt direcţionate spre dinţi.

Gingia îndeplineşte, prin inervaţia sa (receptori pentru durere, presiune şi temperatură), o **funcţie senzitivă** care oferă concomitent protecţie.

Nu în ultimul rând **gingia**, ca element component al parodonţiului, acţionează pentru a **proteja cementul, ligamentul parodontal** şi **osul alveolar** de factorii agresivi dezvoltaţi în cavitatea orală.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 6

MUCOASA ORALĂ

1. CONSIDERAȚII GENERALE 160
2. ELEMENTE MORFOLOGICE MACROSCOPICE LA NIVELUL MUCOASEI ORALE 162
3. STRUCTURA MUCOASEI ORALE 162
3.1. Epiteliul oral 162
3.1.1. Elemente intracelulare specifice 164
3.1.2. Stratul bazal și procesul de diviziune 164
3.1.3. Stratul spinos – epiteliul oral keratinizat 165
3.1.4. Stratul spinos – epiteliul oral nekeratinizat 166
3.1.5. Stratul granulos – epiteliul oral keratinizat 166
3.1.6. Stratul intermediar – epiteliul oral nekeratinizat 166
3.1.7. Stratul cornos – epiteliul oral keratinizat 167
3.1.8. Stratul superficial – epiteliul oral nekeratinizat 167
3.1.9. Joncțiunile intercelulare 167
3.1.10. Celula Langerhans 168
3.1.11. Celula Merkel 168
3.1.12. Melanocitul 169
3.1.13. Alte celule 170
3.2. Joncțiunea epiteliu – țesut conjunctiv 170
3.3. Lamina propria 171
3.3.1. Substanța fundamentală 172
3.3.2. Componenta fibrilară 172
3.3.3. Celulele laminei propria 173
3.3.3.1. Fibroblastul, fibrocitul 173
3.3.3.2. Adipocitul 174
3.3.3.3. Pericitul 175
3.3.3.4. Mastocitul 175
3.3.3.5. Macrofagul 177
3.3.3.6. Limfocitul, plasmocitul 179
3.4. Modificări morfologice ale mucoasei orale 179
3.4.1. Elemente morfologice în relație cu procese patologice 179
3.4.2. Elemente morfologice în relație cu procesul de îmbătrânire 180
4. TIPURI DE MUCOASĂ ORALĂ 180
4.1. Mucoasa de tapetare 181
4.1.1. Marginea liberă și versantul intern al buzelor 181
4.1.2. Obrajii – mucoasa bucală (jugală) 183
4.1.3. Mucoasa suprafeței ventrale a limbii 183
4.1.4. Mucoasa palatului moale 184
4.1.5. Mucoasa planșeului cavității orale 185
4.1.6. Mucoasa alveolară 185

Scanned with OKEN Scanner

4.2. Mucoasa masticatorie 186
4.2.1. Mucoasa gingivală 186
4.2.2. Mucoasa palatului dur 187
4.3. Mucoasa specializată – faţa dorsală a limbii 187
4.3.1. Papilele filiforme 188
4.3.2. Papilele fungiforme 189
4.3.3. Papilele circumvalate 190
4.3.4. Papilele foliate 191
4.3.5. Mugurele gustativ 192
5. STRUCTURI ÎN CORELAŢIE CU MUCOASA ORALĂ – AMIGDALELE 193
5.1. Tipuri de amigdale 194
5.1.1. Amigdala faringiană 194
5.1.2. Amigdalele palatine 194
5.1.3. Amigdala linguală 196
5.2. Funcţiile ţesutului amigdalian 196
6. VASCULARIZAŢIA MUCOASEI ORALE 196
7. INERVAŢIA MUCOASEI ORALE 197
8. FUNCŢIILE MUCOASEI ORALE 200
8.1. Funcţia protectivă 200
8.2. Funcţia senzorială 200
8.3. Funcţia secretorie 200

1. CONSIDERAŢII GENERALE

Cavitatea orală reprezintă prima parte a tractului digestiv şi este constituită din două teritorii distincte: o **zonă externă vestibulară**, limitată de buze şi obraji şi o **zonă cavitară propriu-zisă**, separată de vestibul prin cele două maxilare care sunt tapetate de gingie şi în care sunt ancorate arcadele dentare. **Cavitatea orală propriu-zisă** are ca limită superioară palatul dur şi palatul moale, ca limită inferioară planşeul gurii şi baza limbii, iar ca limită posterioară pilonii bazei gâtului şi amigdalele.

Componentă a tractului digestiv, cavitatea orală reprezintă locul prin care sunt introduse alimentele şi unde se realizează masticaţia. La acest nivel există localizaţi **mugurii gustativi**, receptori pentru simţul gustativ. **Saliva**, elaborată de glandele salivare, majore şi minore, ajunge în cavitatea orală, lubrifiază alimentele şi facilitează formarea bolului alimentar; prin conţinutul său enzimatic, declanşează primele etape ale procesului de digestie.

Mucoasa orală tapetează cavitatea orală. La nivelul buzelor (formate dintr-un versant extern cutanat, un versant intern mucos şi o margine liberă – vermilion), care reprezintă limita externă a cavităţii orale, mucoasa orală se continuă cu pielea, iar la nivelul faringelui – respectiv limita internă, se continuă cu mucoasa tubului digestiv. Ca orice mucoasă situată oriunde în organism, mucoasa orală este constituită din **două elemente** obligatorii: **epiteliul de**

Scanned with OKEN Scanner

suprafaţă şi **ţesutul conjunctiv subjacent**. Epiteliul de suprafaţă denumit **epiteliu oral**, este de tip stratificat pavimentos ortokeratinizat, parakeratinizat sau nekeratinizat. Ţesutul conjunctiv subjacent se numeşte **lamina propria**. Zona de separare dintre cele două ţesuturi este neregulată, existând invaginaţii epiteliale care alternează cu proiecţii ascendente de ţesut conjunctiv. O trăsătură unică a mucoasei orale este reprezentată de faptul că este **perforată de dinţi**, fiind singurul loc din organism în care epiteliul este perforat fiziologic.

În anumite zone există şi **submucoasă**. Limita dintre ţesutul conjunctiv al mucoasei şi submucoasă este greu de definit. Submucoasa, prezentă la nivelul obrajilor, buzelor şi regiunii posterioare a palatului dur, este formată dintr-un ţesut conjunctiv lax cu componente predominant glandulare sau adipoase, având rolul de a separa mucoasa de ţesutul osos sau ţesutul muscular subjacent dar realizând concomitent şi conexiunea la acestea.

În teritoriile fără submucoasă (gingie, palat dur) mucoasa orală se ancorează direct la periostul ţesutului osos, formând un sistem ferm, inelastic, denumit **mucoperiost**.

Componenta glandulară este foarte bine reprezentată, în principal prin glande salivare minore localizate la nivelul laminei propria sau în submucoasă.

Datorită funcţiilor diferite pe care le îndeplineşte, mucoasa orală prezintă **aspecte regionale particulare**.

Se diferenţiază astfel zone de **mucoasă de tapetare** (buze, palat moale, obraji, planşeul cavităţii orale, suprafaţa ventrală a limbii, mucoasa alveolară), de **mucoasă masticatorie** (gingie, palat dur) şi de **mucoasă specializată** (faţa dorsală a limbii) (fig. 6.1.).

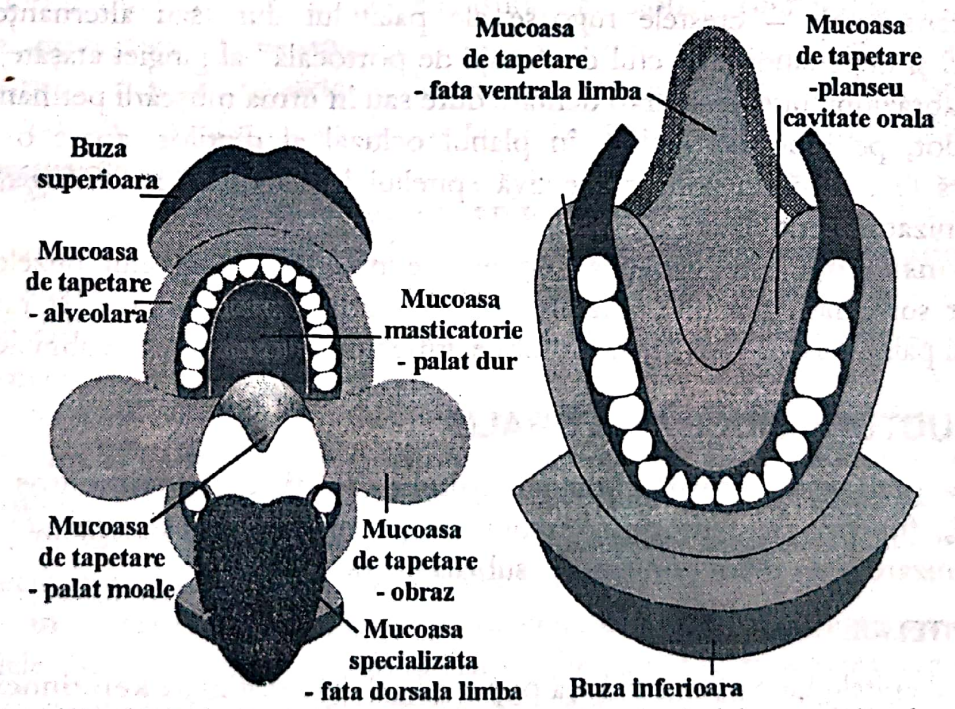


Fig. 6.1. Individualizarea teritoriilor specializate la nivelul mucoasei orale – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Scanned with OKEN Scanner

2. ELEMENTE MORFOLOGICE MACROSCOPICE LA NIVELUL MUCOASEI ORALE

La o examinare atentă la nivelul mucoasei orale se evidenţiază aspecte particulare legate de **culoare, umiditate, configuraţie de suprafaţă, consistenţă.**

Culoarea este în general roz pal, mai evidentă la nivelul buzelor, în special pe vermilion. Intensitatea culorii depinde de tipul şi grosimea epiteliului, precum şi de densitatea şi gradul de dilatare al capilarelor ţesutului conjunctiv. Virarea culorii din roz spre roşu este un indicator al prezenţei unui proces patologic, cel mai frecvent de tip inflamator.

Deşi mucoasa orală este localizată în continuarea pielii, se deosebeşte de aceasta prin caracterul său **umed** datorat în principal unui număr important de glande salivare minore, alături de glandele salivare majore, canalele acestora deschizându-se direct la suprafaţa mucoasei. Un număr redus de glande sebacee poate fi prezent în mod normal la nivelul buzei superioare, în mucoasa labială (la aproximativ 75% din populaţia adultă), în mucoasa alveolară sau pe partea dorsală a limbii, sub forma unor puncte galbene, denumite **puncte Fordyce**. Ele produc sebum, a cărui funcţie este incertă, deşi este luată în discuţie posibilitatea de a lubrifia suprafaţa mucoasei. Prezenţa glandelor sebacee este considerată o eroare evolutiv-embriologică, ectodermul responsabil de formarea cavităţii orale menţinând elemente din potenţialul genetic al ectodermului pielii.

Suprafaţa mucoasei este în general netedă, fără pliuri sau riduri. Există însă zone în care apar expansiuni (papilele linguale de pe faţa dorsală a limbii, pliuri transversale – crestele rugoase ale palatului dur) sau alternanţe de ridicături şi depresiuni (aspectul de "coajă de portocală" al gingiei ataşate). Ca efect al abraziunii unei restaurări dentare dure sau în urma muşcării permanente a obrajilor, pe mucoasa labială, în planul ocluzal al dinţilor, apare o linie denumită linia albă; în zona respectivă epiteliul îşi modifică morfologia, din nekeratinizat în keratinizat.

Consistenţa este variabilă. Zonele de mucoasă la nivelul buzelor şi obrajilor sunt moi, flexibile, pliabile, pe când zonele de mucoasă la nivelul gingiei şi palatului dur sunt ferme, imobile, inflexibile şi rezistente la abraziune.

3. STRUCTURA MUCOASEI ORALE

Mucoasa orală este formată dintr-un **epiteliu stratificat pavimentos** care prezintă, funcţie de teritoriu, keratinizare completă, parakeratinizare sau nekeratinizare şi un **ţesut conjunctiv** subjacent (fig. 6.2.).

3.1. EPITELIUL ORAL

La nivelul epiteliului oral există două populaţii celulare distincte: **keratinocitele** (care conţin în citoplasmă filamente de keratină) şi **nonkeratinocitele** (denumite celule clare datorită haloului clar care înconjură nucleul, reprezintă

Scanned with OKEN Scanner

mai mult de 10% din totalul celulelor şi includ o varietate de tipuri, individualizate prin ME şi IHC: celule Langerhans, celule Merkel, melanocite, limfocite).

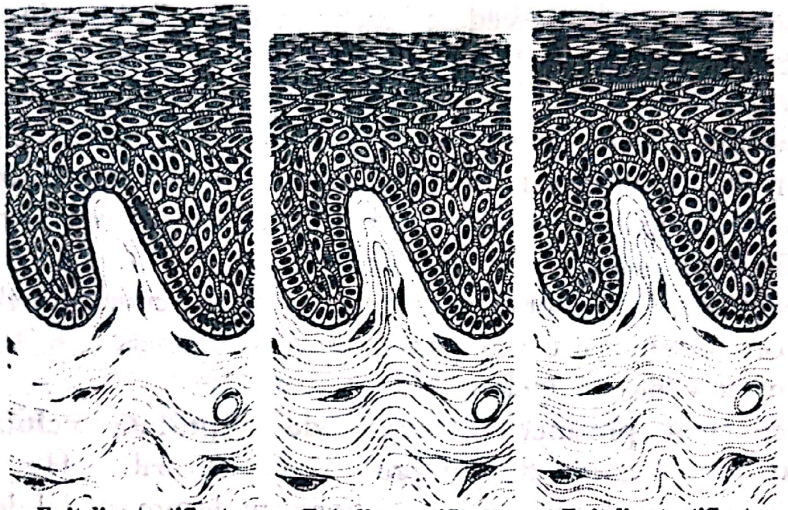


Fig. 6.2. Diferenţe histologice la nivelul epiteliului mucoasei orale – adaptare după (Avery, 1994).

Epiteliul oral, prin intermediul populaţiei celulare predominante – keratinocitele, se caracterizează prin desfăşurarea a **trei procese**: de **proliferare, maturare** şi de **diferenţiere.**

Procesul de proliferare se continuă cu procesul de maturare. Maturarea şi, ulterior, diferenţierea, au loc pe măsura ascensionării celulelor spre suprafaţă şi se desfăşoară după două modele: cu keratinizare şi fără keratinizare. Urmărirea acestor modele ordonate se traduce prin apariţia straturilor succesive, care conţin celule de vârstă ascendentă. Aceste straturi indică stadii progresive de maturare.

Trebuie subliniat faptul că **epiteliul keratinizat** (caracterizat prin formarea unui strat de suprafaţă constituit din keratină) şi cel **nekeratinizat** au, până la o anumită etapă a procesului de maturare, trăsături structurale **similare.** Apoi, diferenţierea celulară se face numai într-o anumită direcţie şi, implicit, prezintă trăsături structurale **diferite.**

În acest context, ambele epitelii prezintă **patru straturi** celulare: primele două, **stratul bazal** şi **stratul spinos,** sunt comune; al treilea strat se numeşte **granular** la epiteliul keratinizat şi respectiv **intermediar** la epiteliul nekeratinizat; al patrulea strat se numeşte **cornos** la epiteliul keratinizat şi, respectiv **superficial,** la epiteliul nekeratinizat.

În succesiunea proceselor de formare, diferenţiere şi maturare celulară, celulele îşi modifică forma şi dimensiunile, are loc o sinteză crescută de proteine specifice – tonofilamente, se elaborează noi organite şi material intercelular suplimentar.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.1. Elemente intracelulare specifice

Tonofilamentele sunt **proteine fibroase**, cu aspect de filamente lungi şi diametru de 8 nm. Ele fac parte din clasa **filamentelor intracelulare intermediare**. Din punct de vedere biochimic sunt **citokeratine**. Tipurile de citokeratine se clasifică după greutatea moleculară şi structură. Ele au un caracter specific, variind funcţie de epiteliu; mai mult, pot fi diferite în celule situate în straturi diferite, în raport cu gradul de diferenţiere celulară. Astfel, cele două modele epiteliale diferite, cu keratinizare şi fără keratinizare, pot fi recunoscute după tiparea citokeratinelor. În prezent, la nivelul epiteliului oral sunt identificate un număr de 30 de citokeratine.

Epiteliul oral, indiferent de varietatea sa, conţine citokeratinele 5, 14 şi 15; în epiteliul oral keratinizat există, particular, citokeratinele 1, 6, 10 şi 16, iar în cel nekeratinizat – citokeratinele 4 şi 13.

Celulele mai prezintă **molecule de suprafaţă celulară de tip carbohidrat**. Acestea, identificate prin tehnici speciale (IHC cu anticorpi monoclonali, legare de lectine) conferă informaţii despre gradul de diferenţiere a epiteliului. Aceste molecule au fost prezentate în capitolul destinat gingiei, deoarece cercetarea lor a făcut posibilă individualizarea subtipurilor diferite de epiteliu de la nivelul joncţiunii dentogingivale, diferenţiind epiteliul sulcular, joncţional şi gingival oral.

3.1.2. Stratul bazal şi procesul de diviziune

Stratul bazal este format dintr-un singur şir de celule cuboidale sau prismatice, cu nuclei ovali, perpendiculari pe membrana bazală. Citoplasma conţine organite celulare comune (ribozomi, RER, complex Golgi, mitocondrii) şi elemente specifice – **tonofilamente**, care diferenţiază aceste celule de celulele altor tipuri de epitelii.

Pentru celulele stratului bazal al epiteliului oral keratinizat, tonofilamentele se organizează în fascicule. Pentru celulele stratului bazal al epiteliului oral nekeratinizat, tonofilamentele rămân dispersate, fiind mai puţin evidente.

Celulele stratului bazal au capacitate de **celule progenitor**, se divid şi apar sub formă de conglomerate la vârful crestelor epiteliale, mai degrabă decât în spaţiile epiteliale dintre creste. Este demonstrat faptul că ansamblul celulelor progenitor include **două subpopulaţii**. Populaţia redusă, cu ciclu de diviziune lent, protejând informaţia genetică (ADN-ul poate fi afectat în timpul mitozei), este formată din celule numite **celule stem**; ele au capacitatea de a produce alte celule bazale care păstrează inclus potenţialul de proliferare. Populaţia bine reprezentată este formată din **celule** denumite **amplificante**, care au capacitatea de a se divide şi de a creşte numărul de celule care vor intra în procesul de maturare. Diferite funcţional, celulele celor două subpopulaţii sunt însă identice morfologic.

Prin diviziunea celulară care include mitoza se formează celule-fiice. Acestea au calitatea de a decide, într-un interval numit dicofază, calea pe care o

Scanned with OKEN Scanner

vor urma: fie reciclare spre compartimentul progenitor, fie pătrundere în compartimentul maturizant.

Urmărirea (prin metode de coloraţie specială – IHC după administrarea de bromdezoxiuridină, incorporată selectiv de ADN, sau autoradiografie cu timidină tritiată) perioadei de timp în care o celulă se divide, pentru ca apoi să migreze spre suprafaţa liberă, parcurgând grosimea întregului epiteliu, a condus la stabilirea **turnover-ului** epiteliului oral: în general 12-13 zile, cu diferenţe semnificative între zone – 25 zile în mucoasa labială şi 41-57 zile în gingie. Se remarcă faptul că epiteliul nekeratinizat are un turnover mai rapid decât cel keratinizat.

Activitatea mitotică poate fi influenţată de o serie de factori ca inflamaţia (în grad moderat acţionând stimulativ, în grad ridicat reducând proliferarea), stressul, ritmul circadian.

De asemenea, trebuie luată în considerare şi activitatea citokinelor epiteliale (EGF, IL-1, TGFα/TGFβ), substanţe biologice active care, în concentraţii foarte mici, intervin în reglarea diviziunii celulare, creşterii şi diferenţierii.

Consideraţii clinice

Turnover-ul ridicat asigură o exfoliere rapidă a celulelor superficiale, menţinându-se astfel sub control procesul de colonizare şi invazie bacteriană. Riscul de infecţie după intervenţii chirurgicale la nivelul cavităţii orale este limitat, iar procesul de vindecare se desfăşoară mai repede comparativ cu pielea. La nivelul mucoasei masticatorii, unde ataşarea de structurile subjacente este foarte fermă, inciziile chirurgicale nu necesită, obligatoriu, suturi, spre deosebire de mucoasa de tapetare. Pe ambele tipuri de mucoasă, cicatricile postoperatorii sunt rare.

3.1.3. Stratul spinos – epiteliul oral keratinizat

Stratul spinos este format din mai multe rânduri de celule mari, elipsoidale, ovalare sau sferice. În urma prelucrărilor histologice celulele se micşorează şi citoplasma se retractă. În spaţiile intercelulare astfel evidente se remarcă în MO un aspect spinos, acicular, conferit de joncţiuni tip desmozomi. Acest aspect spinos a determinat alegerea numelui stratului. Conexiunea dintre celule este realizată şi de un material intercelular vâscos constând din complexe carbohidrat-proteine, sintetizate chiar de celulele epiteliale.

În citoplasma celulară există **fascicule de tonofibrile** evidente. În celulele localizate superior în strat, în citoplasmă apar organite noi, denumite **granule delimitate de membrană** sau **granule lamelate.**

Aceste granule au formă elongată, dimensiuni de 25 nm şi sunt formate din glicolipide (posibil rezultate din complexul Golgi) dispuse în lamele paralele. Pe măsura ascensionării celulelor, granulele devin aliniate în apropierea membranelor celulare de suprafaţă.

Stratul spinos, împreună cu stratul bazal, reprezintă o doime sau două treimi din grosimea epiteliului.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.4. Stratul spinos – epiteliul oral nekeratinizat

Deşi morfologic asemănător cu stratul corespunzător din epiteliul keratinizat, există o serie de diferenţe. Celulele au dimensiuni mai mari, iar joncţiunile desmozomale sunt mai puţin evidente. În citoplasmă există **tonofilamente** dispersate. Sunt prezente structurile specifice, tip **granule delimitate de membrană**, care au însă aspect circular, cu un miez amorf; şi aici granulele se asociază cu membranele celulare de suprafaţă.

3.1.5. Stratul granulos– epiteliul oral keratinizat

Stratul granulos este format din celule mari, aplatizate. Citoplasma conţine **granule mici** intens bazofile de keratohialină, **tonofibrile** şi **granule delimitate de membrană.**

Granulele delimitate de membrană fuzionează cu membranele celulare în partea superioară şi îşi descarcă conţinutul în spaţiul intercelular. Descărcarea acestor granule determină formarea unei bariere de permeabilitate cu înalt conţinut lipidic, care limitează pătrunderea apei în spaţiul intercelular.

Concomitent, dar fără nici o legătură cu granulele delimitate de membrană, membrana celulară se densifică, se îngroaşă înspre interior. Acest element contribuie la creşterea considerabilă a rezistenţei epiteliului la solvenţi chimici. Principalul component al densificării este o proteină numită **involucrină.**

Specificitatea stratului granulos este dată însă de prezenţa granulelor de **keratohialină.** Acestea au formă neregulată, dimensiuni de 0,5-1 μm şi sunt electrondense în ME. Prezintă, cel mai probabil origine în ribozomi, care se găsesc localizaţi adiacent, de jur-împrejurul lor. Granulele sunt asociate intim cu tonofibrilele. Structural, în compoziţia lor există un miez proteic constituit dintr-o proteină numită **filaggrină**, alături de o componentă bogată în sulf – **loricrină.**

3.1.6. Stratul intermediar – epiteliul oral nekeratinizat

Stratul intermediar reprezintă de fapt jumătatea internă a zonei de suprafaţă. Funcţional poate fi numit şi strat de distensie, fapt care reflectă capacitatea sa de flexibilitate mecanică. Celulele stratului intermediar sunt asemănătoare cu celulele stratului spinos, dar sunt mai mari ca dimensiuni şi uşor aplatizate. În citoplasmă conţin **tonofilamente** dispersate, **glicogen** şi **granule delimitate de membrană.**

Granulele delimitate de membrană au funcţie similară cu cele din stratul granulos al epiteliului keratinizat, dar conţinutul în lipide diferă şi, datorită acestui fapt, nu formează o barieră impermeabilă la fel de eficientă.

Există şi o îngroşare internă a membranei celulare, mai puţin evidentă decât în epiteliul keratinizat.

Rar, pot fi prezente granule de **keratohialină,** sub formă de structuri sferice, regulate, înconjurate, de asemenea, de ribozomi, dar neasociate cu

Scanned with OKEN Scanner

tonofilamente. Granulele de keratohialină nu mai conţin filaggrină (element asociat cu procesul de keratinizare), dar menţin loricrina, care poate interveni în densificarea internă a membranelor celulare, anterior menţionată.

3.1.7. Stratul cornos – epiteliul oral keratinizat

Când celulele stratului granulos ajung la joncţiunea cu **stratul cornos** se transformă brusc morfologic devenind nişte discuri hexagonale; sunt numite celule aplatizate, pavimentoase sau scuamoase. Colorate HE sunt intens eozinofile. Ele pierd nucleul, precum şi toate organitele celulare şi granulele de keratohialină. Rămâne totuşi matricea granulelor de keratohialină, sub forma moleculelor proteice de **filaggrină**, care vor constitui mediul pentru agregarea sau înglobarea filamentelor de **keratină**.

Astfel, celulele deshidratate sunt pline de filamente de keratină înconjurate de filaggrină, care facilitează strânsa lor împachetare. Citokeratinele din filamentele de keratină determină rezistenţa la leziunile mecanice şi chimice.

Celulele se detaşează prin procesul de descuamare, fiind înlocuite de celulele straturilor subjacente. Stratul cornos este format din aproximativ 20 de rânduri de celule scuamoase; la nivelul mucoasei orale, are o grosime mai mare decât stratul cornos al epidermului subţire.

- Procesul de keratinizare poate prezenta o **variantă** numită **parakeratinizare** (observabilă la nivelul palatului dur şi pe mare parte din gingie). Celulele **stratului cornos** elimină incomplet organitele celulare şi menţin nucleii, dar aceştia sunt micşoraţi, picnotici. În această situaţie, în stratul granulos subjacent există mai puţine granule de keratohialină.

3.1.8. Stratul superficial – epiteliul oral nekeratinizat

Celulele **stratului superficial** sunt uşor mai aplatizate decât în straturile precedente şi nu se colorează HE atât de intens. Conţin nuclei bine reprezentaţi, dar organitele celulare sunt reduse. În citoplasmă pot exista granule de **keratohialină** iar **tonofilamentele** apar dispersate, lax aranjate, fără a fi deshidratate. Se formează astfel o suprafaţă flexibilă care poate rezista la compresiune şi distensie.

3.1.9. Joncțiuni intercelulare

Joncţiunea cea mai comună dintre celulele epiteliului oral este de tip **desmozomal**, construită pe modificări ale membranelor celulare adiacente.

Desmozomii apar ca arii membranare circulare sau ovale, aderente unele de altele prin îngroşări intracelulare numite **plăci de ataşament**. La nivelul acestor plăci de ataşament se inseră fasciculele de tonofilamente intracelulare. Filamentele intră şi ies din plăcile de ancorare, ca un sistem de anse, dar filamentele dintr-o celulă nu ajung în celulele adiacente. Acest model joncţional realizează o ancorare mecanică care distribuie şi, simultan,

Scanned with OKEN Scanner

dispersează forţele aplicate în zona respectivă pe o arie mai largă. În placa de ataşament există o proteină specifică – **desmoplakina**.

Joncţiunile gap apar uneori în epiteliul oral, prin alipirea, strâns una de alta, a membranelor celulelor adiacente. Există însă un mic gol în cadrul căruia membranele sunt interconectate pe arii fine. Joncţiunile gap realizează comunicarea electrică sau chimică dintre celule.

Foarte rar pot fi prezente **joncţiuni strânse**, cu o alipire perfectă între membranele celulare adiacente. Rolul acestora este de a izola şi compartimenta ariile intercelulare.

3.1.10. Celula Langerhans

Celula Langerhans, descrisă în urmă cu un secol, este similară cu celule existente în splină, limfoganglioni, timus, epiderm. Originea sa este în măduva osoasă hematogenă. Are capacitate de diviziune limitată la nivelul epiteliului, unde ajunge cu puţin înainte sau concomitent cu melanocitele.

Funcţional, celulele Langerhans sunt **celule prezentatoare de antigene**: preiau antigenele din mediu prin macropinocitoză şi prin intermediul receptorilor de suprafaţă celulară, iar prin lizozomi despart peptidele componente, prezentându-le limfocitelor T. Funcţia celulelor Langerhans este modulată şi de keratinocite, care sintetizează IL-1 şi TNFα. Celulele Langerhans nu au un caracter stabil: pătrund şi părăsesc epiteliul, migrând pe calea vaselor limfatice spre limfoganglionii regionali unde, la nivelul corticalei profunde, se diferenţiază în celule dendritice mature, capabile de a activa limfocitele T naive, prin producţie de IL-1. Limfocitele T secretă IL-2, care favorizează propria lor proliferare şi astfel are loc formarea de noi limfocite T capabile de a realiza un răspuns imun, în urma unei stimulări antigenice.

Identificarea celulei Langerhans se realizează prin tehnici IHC, care evidenţiază moleculele antigenice de suprafaţă celulară (CD1a, receptori pentru Fc, C3, molecula Ia). Sunt localizate în stratul spinos şi uneori în stratul bazal. Datorită haloului clar care apare în jurul nucleului şi poziţiei în straturile suprabazale, au fost denumite "celulă clară de nivel înalt". Prezintă un nucleu dens, citoplasmă palidă şi expansiuni citoplasmatice lungi şi subţiri, denumite dendrite. În ME, citoplasma celulară prezintă: câteva mitocondrii, RER slab reprezentat, lizozomi, corpi multiveziculari, vezicule mici; nu există desmozomi şi tonofilamente, nici premelanozomi; este însă caracteristic un organit celular unic, **granula Birbeck**, în formă de bastonaş, ploscă sau rachetă de ping-pong, cu dimensiuni de 15-50 nm lungime, 4 nm grosime.

3.1.11. Celula Merkel

Celula Merkel este localizată în stratul bazal, frecvent în grupe sau grămezi. Prezintă uneori desmozomi şi tonofilamente (formate din trei tipuri de citokeratine), ceea ce sugerează posibila origine epitelială; se poate forma prin diviziunea unei celule epiteliale, de tip keratinocit.

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece nu are caracter dendritic, dar există tonofilamente de keratină şi ocazional desmozomii stabilesc legături cu celulele adiacente, ea nu seamănă întotdeauna cu celelalte celule clare. În citoplasmă nucleul este adânc indentat; prezintă, caracteristic, vezicule delimitate de membrană, cu miez dens. Frecvent, celulele Merkel sunt asociate cu un **axon terminal**, iar veziculele delimitate de membrană, rotunde şi electrondense, sunt polarizate în citoplasma dintre nucleu şi axon; ele eliberează o substanţă de tip transmiţător peste joncţiunea asemănătoare cu o sinapsă, şi pot declanşa un impuls. Astfel, se consideră că celula Merkel, împreună cu axonul terminal, formează un **complex cu rol de receptor tactil.**

3.1.12. Melanocitul

Melanocitul, situat în stratul bazal, este o celulă producătoare de **melanină**, cu origine în ectodermul crestelor neurale. Prezintă prelungiri dendritice lungi, care se extind şi se insinuează printre keratinocite, trecând frecvent prin mai multe straturi de celule. În citoplasmă nu există tonofilamente, desmozomi sau hemidesmozomi, dar conţine granule numite **melanozomi.**

Melanozomii sunt structuri mici, în care este sintetizată melanina. Tirozinaza, enzimă prezentă în melanocite, este esenţială pentru sinteza de melanină. Tirozina, transportată în melanozomi, este transformată de tirozinază în melanină, printr-o succesiune de reacţii în care, ca etape intermediare, apar 3,4-dihidroxifenilalanină şi dopachinonă. Deoarece melanozomii au fost găsiţi şi în citoplasma keratinocitelor, se crede că melanocitele îi transferă din prelungirile lor dendritice în keratinocite, printr-un proces secretor special numit secreţie citocrină. Acest proces nu este pe deplin elucidat; unii specialişti consideră că melanozomii sunt "injectaţi" în keratinocite, alţii susţin că keratinocitele "fură" melanozomii din citoplasma vârfurilor prelungirilor melanocitare. Un melanocit asigură pigmentarea unui număr de keratinocite cu care este asociat, formând o **unitate de melanină.**

Dacă epiteliul este puternic pigmentat, melanozomii pot fi observabili în preparatele histologice colorate HE sub formă de grupuri compacte, denumite granule de melanină. Dacă însă epiteliul este slab pigmentat, melanina poate fi evidenţiată numai prin coloraţii speciale.

Există o relaţie directă între gradul de pigmentare al epidermului şi, respectiv, cel al mucoasei orale. Cu toate acestea, numărul de melanocite este aproximativ acelaşi în toate regiunile mucoasei orale, chiar dacă pigmentarea este redusă sau, dimpotrivă, foarte intensă (regiunile cele mai pigmentate sunt gingia, palatul dur şi limba). Diferenţele au la bază rata de activare a melanocitelor şi, ulterior, rata de procesare a melanozomilor de către keratinocite. IL-1, sintetizată de celulele Langerhans, creşte numărul de receptori pentru hormonul melanostimulator (MSH) de pe melanocite, influenţând pigmentarea. Astfel, o gingie puternic pigmentată apare ca urmare a unei producţii crescute de melanină şi preluării acesteia de către celulele

Scanned with OKEN Scanner

epiteliale. În astfel de situaţii, macrofage din lamina propria subjacentă se pot încărca cu melanină, preluând melanozomi sintetizaţi în cantitate mai mare la nivel epitelial; aceste macrofage se numesc **melanofage.**

3.1.13. Alte celule

Un număr de **celule inflamatorii** poate fi observat frecvent, ca o componentă normală a populaţiei nonkeratinocitare, în straturile cu celule nucleate ale epiteliului oral. Ele au un caracter tranzitoriu. Cele mai frecvente sunt **limfocitele**, frecvent asociate cu celulele Langerhans.

3.2. JONCŢIUNEA EPITELIU – ŢESUT CONJUNCTIV

Zona de contact dintre ţesutul epitelial şi ţesutul conjunctiv subjacent este denumită şi **interfaţă epitelio-conjunctivă.** Configuraţia interfeţei este ondulată, existând invaginaţii profunde ale epiteliului oral – **creste epiteliale** care se interdigitează cu ridicături sau **papile** conice **de ţesut conjunctiv.** Această organizare a interfeţei măreşte aria de contact dintre două ţesuturi, asigură zona de schimb metabolic şi realizează un ataşament mai puternic. În funcţie de varietatea de mucoasă se pot observa diferenţe corelate cu ancorarea: în mucoasa masticatorie, supusă permanent la agresiuni extrem de importante, apare cel mai ridicat număr de papile conjunctive pe unitatea de suprafaţă, spre deosebire de mucoasa de tapetare, unde acest parametru este mai scăzut.

Între cele două ţesuturi este prezentă o structură histologică specială – **membrana bazală.** Membrana bazală este inaparentă în secţiunile histologice colorate HE. Membrana bazală este denumită **complex bazal** datorită aspectului său ultrastructural care traduce o organizare mai complexă, din trei lamine: **lamina lucida, lamina densa** şi **lamina reticularis.** Lamina lucida şi lamina densa formează împreună **lamina bazală.**

Lamina lucida este o zonă aparent clară, de 45 nm grosime, în care apar condensări moderate în zonele corespunzătoare hemidesmozomilor. Acestea constau din filamente foarte fine, numite filamente de ancorare, care traversează lamina lucida. Din punct de vedere biochimic, la acest nivel au fost identificate glicoproteine: laminină, entactină, alături de antigenul pemfigoidului bulos, glicoproteina de membrană bazală, precum şi proteine transmembranare din familia integrinelor care se proiectează din membrana celulară epitelială în lamina bazală.

Lamina densa este un strat de material fin granular sau filamentos, de 50 nm grosime. Din punct de vedere biochimic lamina densa este formată din laminină şi colagen tip IV, aranjate sub formă de "gard de plasă metalică" şi înconjurate de proteoglicani de tipul perlecanului; lanţurile laterale ale heparansulfatului care se prelungesc din miezul proteic al perlecanului, au capacitatea de a forma polianioni şi de a lega proteinele, limitând trecerea printre ele. Sunt prezente şi componente extrinseci: fibronectină, colagen tip V, molecule de adeziune din familia integrinelor. În lamina densa mai există

Scanned with OKEN Scanner

inserate anse mici de fibrile bandate fin – fibrile de ancorare, formate din colagen tip VII, prin care trec fibrilele de colagen tip I şi III din lamina reticularis. Se realizează astfel, prin această manieră de ancorare, un ataşament flexibil.

Lamina reticularis este formată din colagen tip I şi III. Ea se interpune între membrana bazală şi ţesutul conjunctiv subjacent, grosimea ei variind în raport cu forţele care se exercită la nivel epitelial. Fibrele de colagen tip I şi III fac anse în lamina reticularis. Ele interacţionează şi sunt legate la microfibrilele de fibrilină şi la fibrilele de ancorare din lamina densa. Mai mult, grupările bazice ale fibrilelor de colagen formează legături cu grupările acide ale glicozaminoglicanilor din lamina densa, iar domeniile care leagă colagenul şi domeniile pentru glicozaminoglicani ale fibronectinei facilitează şi mai mult ancorarea laminei bazale de lamina reticularis.

Lamina bazală este sintetizată de ţesutul epitelial, iar **lamina reticularis** – de ţesutul conjunctiv.

3.3. LAMINA PROPRIA

Ţesutul conjunctiv subjacent epiteliului oral se numeşte **lamina propria**. El prezintă două subzone: **superficial**, interpătruns cu crestele epiteliale, este **stratul papilar; profund**, este **stratul reticular** (fig. 6.3.). Deşi diferenţa dintre cele două straturi nu este pregnantă, ea se realizează în funcţie de gradul de concentrare şi aranjamentul fibrelor de colagen. În **stratul superficial papilar**, fibrele de colagen sunt subţiri, cu o dispoziţie laxă, existând extrem de numeroase capilare. În **stratul profund** fibrele de colagen formează fascicule groase, dispuse paralel cu epiteliul suprajacent.

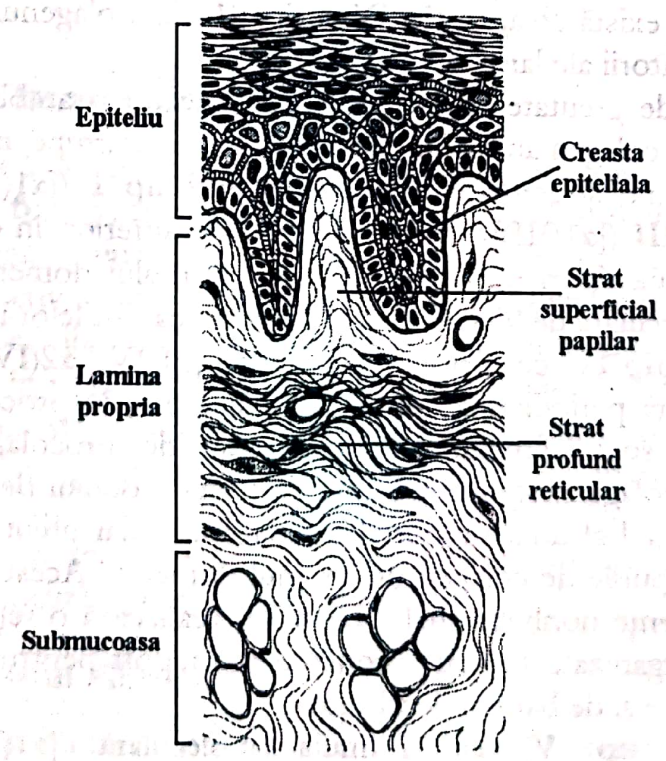


Fig. 6.3. Organizarea histologică a laminei propria – adaptare după (Avery, 1994).

Scanned with OKEN Scanner

Ca orice ţesut conjunctiv, este format din **matrice extracelulară** (substanţă fundamentală, fibre de colagen şi elastice) şi **celule**, prezentând numeroase elemente vasculare şi nervoase. Capacitatea matricei extracelulare de a suporta forţe compresive se datorează prezenţei substanţei fundamentale hidratate (formate din glicozaminoglicani şi proteoglicani), în timp ce forţele de tracţiune sunt contracarate de fibrele de colagen; fibrele elastice au rol de a restabili forma tisulară, după acţiunea forţelor de extensie. În cadrul organizării generale există totuşi variaţii regionale care privesc în principal proporţia dintre elementele constituente, concentrarea şi modalitatea de orientare a fibrelor fiind esenţială.

3.3.1. Substanţa fundamentală

Substanţa fundamentală are un aspect amorf în MO şi ME. Biochimic însă este formată din complexe heterogene înalt hidratate de tipul proteoglicanilor şi glicoproteinelor, a căror structură generală a fost prezentată la capitolul **Pulpa dentară**.

Particularizând pentru mucoasa orală, **proteoglicanii** prezenţi sunt acidul hialuronic, heparansulfatul, versicanul, decorinul, biglicanul şi sindecanul iar **glicoproteinele** au un lanţ polipeptidic ramificat, la care sunt ataşate numai câteva hexoze simple, acidul uronic fiind absent.

3.3.2. Componenta fibrilară

La acest nivel sunt prezente **fibre de colagen** şi **fibre elastice**.

Fibrele de colagen predominante sunt de **tip I** şi **tip III**, dar asociat cu membrana bazală există colagen **tip IV** şi **tip VII**, iar colagenul **tip V** apare în afecţiunile inflamatorii ale laminei propria.

În funcţie de greutatea moleculară şi modul de asamblare a fibrilelor, diferitele tipuri de colagen au fost clasificate în trei mari grupe, numite domenii.

Particularităţile structurale ale **colagenului tip I** ($[\alpha1(I)]_2\alpha2(I)$) şi ale **colagenului tip III** ($[\alpha1(III)]_3$) au fost prezentate anterior, în capitolul **Pulpa dentară.** Cele două tipuri de colagen aparţin primului domeniu, caracterizat prin greutate moleculară de 95.000 kDa şi asamblarea fibrilelor în fibre.

Colagenul tip IV, cu formula moleculară $[\alpha1(IV)]_2\alpha2(IV)$, nu formează fibre şi nu prezintă periodicitate de 67 nm, deoarece, în procesul de sinteză, propeptidele nu sunt eliminate din molecula de procolagen. Lungimea moleculei de procolagen este de 390 nm. Datorită modului de asamblare este încadrat în domeniul al doilea al familiei colagenice, dar greutatea moleculară este similară cu tipurile de colagen din primul domeniu. Acest tip de colagen, care conţine secvenţe nonhelicoidale frecvente, realizează o reţea de molecule de procolagen, organizate pentru a construi un suport pentru lamina bazală. Are rol de susţinere şi de barieră de filtrare.

Colagenul tip V, cu formula moleculară $[\alpha1(V)]_2\alpha2(V)$ sau $\alpha1(V)\alpha2(V)\alpha3(V)$, formează fibrile foarte subţiri, respectă periodicitatea şi este

Scanned with OKEN Scanner

asociat permanent cu colagenul tip I, având lungime similară pentru molecula de tropocolagen (280-300 nm). Acest tip de colagen este încadrat în primul domeniu şi are funcţie de susţinere.

Colagenul tip VII, cu formula moleculară $[\alpha 1(VII)]_3$, conţine extremităţi nonhelicoidale extrem de mari, care reprezintă două treimi din dimensiunea moleculei de tropocolagen (cu lungime diferită de a celorlalte tipuri – 450 nm). Este inclus în domeniul al doilea al familiei colagenice. Acest tip de colagen formează mici agregate denumite fibrile de ancorare care leagă lamina bazală de fasciculele de fibre de colagen tip I şi III din ţesutul conjunctiv subjacent.

Fibrele elastice sunt responsabile de elasticitatea ţesutului conjunctiv din lamina propria, putând fi elongate până la 150% din lungimea lor în repaus, înainte de a se rupe. După întindere, fibrele elastice au capacitatea de a reveni la lungimea iniţială.

Aspectul lor este suplu, lung, cel mai frecvent ramificându-se în ţesutul conjunctiv, dispuse în manieră singulară, fără a forma fascicule. Sunt compuse din două componente proteice diferite din punct de vedere chimic şi morfologic: **elastina** şi **fibrilina**. **Elastina**, componenta majoritară (peste 90% din fibra elastică matură), este o proteină bogată în glicină şi prolină, dar şi în aminoacizi mai puţin obişnuiţi: desmozină şi izodesmozină; aceşti doi aminoacizi formează o legare încrucişată importantă a moleculelor de elastină, ceea ce conferă gradul înalt de elasticitate. **Fibrilina**, componenta minoritară, este o glicoproteină microfibrilară.

În procesul de elaborare a fibrelor elastice, iniţial se elaborează microfibrilele (fibrilina), fiecare având un diametru de 10-20 nm, apoi elastina este depusă ca un miez de material granular în spaţiul demarcat de teaca de microfibrile.

3.3.3. Celulele laminei propria

Ca în orice ţesut conjunctiv, **celulele** laminei propria sunt grupate în două categorii: **celule fixe/proprii** şi **celule tranzitorii**. **Celulele fixe** reprezintă populaţia rezidentă, cu durată de viaţă lungă, care se formează şi rămâne stabilă în ţesutul conjunctiv, unde îşi realizează funcţiile. Din această categorie fac parte fibroblastele, fibrocitele, adipocitele şi pericitele. **Celulele tranzitorii**, libere, au origine în principal în măduva osoasă hematogenă şi circulă în sânge de unde, în urma unui semnal, pot migra în ţesutul conjunctiv, unde îşi îndeplinesc rolurile specifice. Celulele tranzitorii au o mare mobilitate şi o durată de viaţă scurtă, fiind permanent înlocuite de la nivelul celulelor stem corespunzătoare. În această categorie sunt incluse: mastocitele, macrofagele, limfocitele, plasmocitele, polimorfonuclearele.

3.3.3.1. Fibroblastul, fibrocitul

Fibroblastele constituie principalele celule ale ţesutului conjunctiv, responsabile de **sinteza** şi **degradarea matricei extracelulare**. Au origine în

Scanned with OKEN Scanner

celule mezenchimale nediferenţiate. Aceste celule prezintă două varietăţi morfofuncţionale: **fibroblastul**, celula tânără, activă şi **fibrocitul**, celula matură, inactivă sau în repaus.

Fibroblastul are o formă elongată, fuziformă sau stelată, cu citoplasmă bazofilă şi nucleu mare, ovalar sau rotund, hipocrom, conţinând un nucleol evident şi cromatină fin granulară. Celula prezintă expansiuni citoplasmatice. Datorită aspectului şi dispoziţiei sale, paralel cu axul lung al fasciculelor de fibre de colagen, fibroblastul este adesea greu de diferenţiat, de identificat, în coloraţii HE. ME relevă trăsăturile unei celule active, specializate în sinteză proteică: RER bine dezvoltat, adesea destins datorită conţinutului, ribozomi, aparat Golgi proeminent, mitocondrii, numeroase vezicule limitate de membrană, elemente de citoschelet (filamente de actină şi α-actinină la periferie, filamente de miozină peste tot, microtubuli).

Fibrocitul, denumit şi fibroblast inactiv, este mai mic şi mai fuziform, fără prelungiri citoplasmatice, extremităţile celulare fiind efilate. Citoplasma, redusă cantitativ, este acidofilă, iar nucleul este mic, elongat, mult mai intens bazofil, fără nucleol. În ME se observă cantităţi reduse de RER dar o abundenţă de ribozomi liberi, puţine mitocondrii, aparat Golgi slab dezvoltat, lizozomi, câteva elemente de citoschelet.

În general, fibroblastele au o rată de proliferare scăzută în mucoasa orală adultă, fiind prezente mai multe fibrocite. Excepţie face procesul de vindecare, când numărul lor creşte, ca urmare a diviziunii fibroblastelor din zonele adiacente nelezate. Tot în procesul de vindecare a leziunilor fibroblastele îşi utilizează şi proprietăţile lor contractile, dezvoltate pe seama citoscheletului, şi participă la contracţia plăgilor. În condiţii patologice, sub influenţa unor substanţe eliberate din anumite medicamente (fenitoină, nifedipină, ciclosporină A), fibroblastele pot fi supraactivate şi vor sintetiza mai multă substanţă fundamentală decât este necesar.

3.3.3.2. Adipocitul unilocular

Adipocitul unilocular, celulă fixă în ţesutul conjunctiv, cu origine mezenchimală, apare izolat în lamina propria, fiind mai puţin frecvent. Are formă rotundă/ovalară, dimensiuni foarte mari (100 μm), citoplasmă eozinofilă extrem de redusă, dispusă la periferie şi nucleu turtit, aplatizat, excentric, situat periferic. Corpul celular este ocupat aproape în totalitate de o vacuolă/incluzie lipică voluminoasă, nedelimitată de membrană, rezultată ca urmare a coalescenţei unor picături mai mici. Această vacuolă lipidică conferă aspectul de "inel cu pecete" (prin banda fină de citoplasmă şi nucleul excentric), deoarece ea dispare în prelucrarea tehnică curentă datorită solvării grăsimilor la trecerea prin alcooluri. Evidenţierea componentei lipidice este posibilă utilizând tehnici speciale: congelare, tăiere la microtom, colorare cu Sudan III, IV, Scharlach, acid osmic. În ME, perinuclear, se evidenţiază complex Golgi, mitocondrii, ribozomi liberi, RER redus, microfilamente şi filamente

Scanned with OKEN Scanner

intermediare; restul citoplasmei conţine REN, mitocondrii şi elemente de citoschelet. Limita dintre incluzia lipidică şi citoplasma adiacentă este formată din două componente distincte: un strat de lipide condensate (grosime de 5 nm) înconjurat de citoschelet celular – microfilamente (diametru de 5 nm) dispuse paralel.

Rolul adipocitului constă în sinteza, depozitarea şi eliberarea permanentă a lipidelor.

3.3.3.3. Pericitul

Pericitul este localizat în relaţie strânsă cu elementele vasculare de tip capilar. Celula are propria membrană bazală, care poate fuziona cu membrana bazală a celulelor endoteliale; de aceea, unii specialişti consideră pericitele ca fiind situate în exteriorul ţesutului conjunctiv, şi nu ca elemente celulare incluse în acest tip de ţesut.

Corpul celular prezintă prelungiri primare lungi şi prelungiri secundare. Prelungirile primare sunt dispuse în axul lung al vasului, din ele detaşându-se prelungirile secundare, care înfăşoară capilarul, formând, posibil, joncţiuni gap cu celulele endoteliale. ME relevă complex Golgi de dimensiuni reduse, RER şi mitocondrii prezente, microtubuli şi filamente care se extind în prelungiri. Prezintă caracteristici ale celulelor muşchiului neted şi ale celulelor endoteliale: conţin tropomiozină, izomiozină şi proteinkinază, elemente legate de contracţia care reglează fluxul sanguin prin capilare. De aceea, se sugerează că, în anumite condiţii, se pot diferenţia în alte celule; dovezile existente indică faptul că, ulterior unei leziuni, pericitele pot deveni celule musculare netede şi celule endoteliale, în pereţii arteriolelor şi venulelor.

3.3.3.4. Mastocitul

Mastocitul este o celulă mare, ovalară sau sferică, cu diametrul de 20-30 μm şi nucleu central, sferic, relativ mic comparativ cu dimensiunea celulei, cu 1-2 nucleoli evidenţi şi cromatină fin granulară. Originea acestei celule este la nivelul măduvei osoase hematopoetice, dintr-un precursor care se dezvoltă în paralel cu celelalte serii sanguine (în principal, pentru polimorfonuclearul bazofil).

Deşi între mastocite şi polimorfonuclearele bazofile există unele asemănări structurale, cele două tipuri celulare sunt complet diferite şi au precursori separaţi. Există două subpopulaţii: **mastocite ale ţesutului conjunctiv propriu-zis** şi **mastocite ale mucoaselor** (în special pentru mucoasele tractului digestiv).

Citoplasma, bazofilă, este cel mai adesea ocupată de numeroasele granule intens bazofile care reprezintă principala caracteristică a celulei. Aceste granule delimitate de membrană au dimensiuni de 0,3-0,8 μm şi, frecvent, pot masca nucleul. Datorită conţinutului în heparină (glicozaminoglican sulfatat – heparansulfat), granulele sunt metacromatice în cazul colorării cu reactivi

Scanned with OKEN Scanner

bazici ca albastrul de metil sau albastrul de toluidină, culoarea virând din albastru în roşu magenta. ME evidenţiază un conţinut redus în organite celulare: RER dispersat, puţine mitocondrii, complex Golgi mic, dar relevă diferenţe în forma, dimensiunile şi conţinutul (granular/lamelar) granulelor, existând variaţii chiar în aceeaşi celulă.

Din punct de vedere chimic granulele conţin, în afară de heparină (factor anticoagulant, lipolitic), histamină, condroitinsulfat, proteaze neutre (rol în clivarea proteinelor pentru activarea complementului şi, consecutiv, în amplificarea răspunsului inflamator), arilsulfatază (inactivator pentru leucotrienele C, limitând răspunsul inflamator), ECF şi NCF. Mastocitele mucoaselor conţin mai mult condroitinsulfat decât heparansulfat. Aceste substanţe poartă denumirea de mediatori primari sau preformaţi. În plus, mastocitele pot sintetiza, din precursori ai acidului arahidonic membranar, leucotriene C_4 şi D_4 şi prostaglandine D_2 considerate mediatori secundari sau neoformaţi.

Datorită asocierii frecvente cu elementele vasculare de calibru mic, se pare că mastocitele joacă un rol în **menţinerea unei stabilităţi** a ţesutului conjunctiv şi a unei **homeostazii vasculare**.

Mastocitele îndeplinesc un rol deosebit în cadrul sistemului imun, iniţiind un **răspuns inflamator** de tipul **hipersensibilităţii imediate** (reacţie anafilactică), datorită prezenţei receptorilor de suprafaţă celulară de tip Fcε, pentru IgE. Acest răspuns este indus în urma pătrunderii unor antigeni proteici (venin, polen, unele medicamente).

Corelând elementele histologice cu datele de imunologie cunoscute, **etapele activării** şi **degranulării** mastocitelor pot fi sistematizate astfel:

- expunerea iniţială la antigen determină formarea de anticorpi de tip IgE, care se leagă de receptorii Fc de pe suprafaţa membranei mastocitelor; are loc sensibilizarea mastocitelor;
- expunerea ulterioară la acelaşi antigen permite cuplarea acestuia la IgE deja prezente pe suprafaţa mastocitului; se realizează o legătură încrucişată a IgE anterior cuplate şi o condensare a receptorilor;
- aceste evenimente activează factorii de cuplare a receptorilor membranari, declanşând, în paralel, două procese: eliberarea mediatorilor primari şi formarea şi eliberarea mediatorilor secundari.

Eliberarea mediatorilor primari este efectuată prin activarea adenilatciclazei, enzima responsabilă de conversia ATP-ului în AMP ciclic. Creşterea nivelului de AMP ciclic conduce la eliberarea calciului intracelular şi creşterea calciului citosolic, rezultând fuzionarea granulelor secretorii, iniţial între ele şi ulterior cu membrana celulară; urmează degranularea, respectiv eliberarea mediatorilor primari. Legarea încrucişată a IgE membranare activează concomitent fosfolipaza A_2 care acţionează asupra fosfolipidelor membranare, formând acidul arahidonic; acesta este transformat în mediatori secundari.

Mediatorii primari şi secundari eliberaţi de mastocite în cursul reacţiilor de hipersensibilitate imediată iniţiază un răspuns inflamator, activează sistemul

Scanned with OKEN Scanner

imunitar al organismului, atrăgând leucocitele la locul inflamaţiei şi modulează gradul inflamaţiei.

Conform literaturii de specialitate, în cursul **răspunsului inflamator**, mediatorii primari şi secundari acţionează astfel:

- **histamina** determină vasodilataţie şi creşte permeabilitatea vasculară a vaselor sanguine localizate adiacent; realizează concomitent bronhospasm şi creşterea sintezei de mucus din căile respiratorii;
- elementele proteice ale sistemului complement sunt eliberate şi sunt clivate de **protezele neutre**, pentru a forma factori inflamatori suplimentari;
- **ECF** atrage eozinofilele la locul inflamaţiei; ele fagocitează complexele antigen-anticorp formate, distrug orice parazit prezent şi limitează răspunsul inflamator;
- **NCF** atrage neutrofilele la locul inflamaţiei; ele vor fagocita microorganismele;
- **leucotrienele** cresc permeabilitatea vasculară şi determină bronhospasm; ele sunt de câteva mii de ori mai puternice decât histamina în efectele vasoactive;
- **prostaglandinele** determină bronhospasm şi cresc secreţia de mucus la nivel bronşic.

Deoarece degranularea mastocitelor este de obicei un fenomen localizat, răspunsul inflamator tipic care se instalează este de grad mediu, şi delimitat la un anumit teritoriu.

Totuşi, cunoaşterea mastocitelor, a fenomenului de degranulare masivă şi a repercusiunilor care decurg de aici este extrem de importantă în practica stomatologică curentă, datorită administrării frecvente a unor substanţe medicamentoase, în scop anestezic. Persoanele alergice sau hiperalergice pot dezvolta, în acest caz, reacţii de hipersensibilitate imediată, sistemice şi severe – şoc anafilactic, în urma căruia se poate instala decesul.

Mastocitele intervin în reglarea lipemiei şi prezintă şi un rol anabolic, de reparare tisulară.

3.3.3.5. Macrofagul

Originea **macrofagelor** (numite şi histiocite, în ţesutul conjunctiv) este în monocitele circulante, care au capacitatea ca la un anumit semnal să migreze din sistemul vascular în ţesutul conjunctiv, unde, după ce se maturează, au o durată de viaţă de aproximativ 60 de zile. Macrofagele aparţin **sistemului fagocitelor mononucleare**; toţi membrii acestui sistem iau naştere din celule stem ale măduvei osoase hematogene, prezintă lizozomi, sunt capabili de fagocitoză şi posedă receptori pentru fragmentul Fc al Ig şi pentru complement.

Există două forme diferite: macrofage **în repaus** şi **în activitate**. O altă clasificare defineşte: **macrofage fixe** existente într-un ţesut conjunctiv dat şi **macrofage libere**, rezultate în urma acţiunii unui stimul exogen care facilitează migrarea lor în locul respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

În MO, **macrofagele în repaus** sunt diferenţiate cu dificultate de fibroblaste; au formă neregulată, stelată sau de fus, cu un diametru care variază între 10-30 μm, citoplasmă bazofilă şi nucleu excentric, mic, extrem de intens colorat. Deosebirea este mai uşoară în cazul în care **macrofagele** sunt **în activitate**, desfăşurându-şi funcţia principală de **fagocitoză**; ele prezintă o suprafaţă celulară neegală din care pleacă prelungiri cu aspect diferit (fie scurte şi boante, fie de tip filopodia, digitiforme, lungi), alături de invaginări şi falduri membranare; nucleul este frecvent indentat pe o latură, reniform; în citoplasmă pot fi identificate vacuole şi incluzii – detritusuri extracelulare în curs de fagocitare.

ME permite însă identificarea uşoară a **macrofagelor active:** nucleul este mic şi dens, neregulat şi indentat; citoplasma conţine RER şi REN bine dezvoltate, aparat Golgi perinuclear proeminent, mitocondrii, elemente de citoschelet (microfilamente de actină, microtubuli şi filamente intermediare), alături de o abundenţă de granule dense mici, de tip vezicule limitate de membrană, care sunt identificate ca lizozomi. Prezenţa lizozomilor poate fi evidenţiată şi prin reacţii histochimice, cu fosfatază acidă. Expansiunile citoplasmatice de suprafaţă, alături de lizozomi, sunt indicatorul cel mai elocvent al capacităţii de fagocitoză. Pe lângă acestea, există şi vacuole de endocitoză şi lizozomi secundari.

RER şi aparatul Golgi realizează sinteza de proteine necesare sistemelor lizozomale în procesul de fagocitoză. Produşii sintetizaţi părăsesc celula prin căi de exocitoză. Secreţia obişnuită poate fi activată prin fagocitoză, complexe imune, complement şi semnale transmise de limfocite, inclusiv prin substanţe biologic active de tipul limfokinelor. Produşii se secreţie eliberaţi de macrofag includ o multitudine de substanţe care intervin în declanşarea şi realizarea răspunsului imun, în reacţia de hipersensibilitate imediată şi în inflamaţie. Eliberarea de proteaze neutre şi glicozaminoglicozidaze facilitează migrarea macrofagului prin ţesutul conjunctiv.

Fagocitoza reprezintă procesul de "înghiţire" a unor materii particulate mari, ca microorganisme, fragmente celulare sau celule. Macrofagele sunt capabile să internalizeze aceste particule deoarece ele posedă receptori de suprafaţă care recunosc unele trăsături ale materialului care urmează a fi fagocitat. Receptorii Fc leagă regiunile Fc ale anticorpilor produşi în urma pătrunderii substanţelor antigenice, iar această cuplare acţionează ca un semnal, în urma căruia celula îşi extinde pseudopodele.

În procesul de fagocitoză, particulele care vor fi fagocitate sunt înconjurate prin pseudopode, care se unesc în jurul lor, internalizându-le; astfel, particula în cauză ocupă iniţial o vacuolă (un fagozom), delimitat de o membrană derivată din suprafaţa celulei. Imediat după aceea, granulele specifice lizozomale fuzionează cu fagozomul şi îşi descarcă conţinutul în fagozom. Lizozomii conţin cel puţin 40 de tipuri diferite de hidrolaze acide (sulfataze, proteaze, nucleaze, lipaze, glicozidaze), pe seama cărora are loc degradarea completă a materialului fagocitat. Toate aceste enzime necesită un

Scanned with OKEN Scanner

mediu acid pentru o funcţionare optimă, de aceea membranele lizozomale conţin pompe protonice care activează transportul ionilor H^+ în lizozomi, menţinând în interior un pH de 5.

Macrofagele sunt implicate şi în procesele imune, având rol de **celule prezentatoare de antigene**. Procesarea materialului ingerat poate contribui la creşterea antigenicităţii, înainte de a fi prezentat limfocitelor, pentru declanşarea unui răspuns imun corespunzător. O altă funcţie importantă a macrofagelor este **stimularea proliferării fibroblastelor** în cadrul procesului de vindecare şi reparare a plăgilor.

În mucoasa orală pot fi identificate două tipuri particulare de macrofage: **melanofagele** (macrofage care au ingerat granule de melanină) şi **siderofagele** (celule care conţin hemosiderină preluată de la hematiile extravazate în ţesut).

3.3.3.6. Limfocitul, plasmocitul

În condiţii fiziologice, pot fi prezente celule inflamatorii de tipul **limfocitelor** (prezentate în cadrul capitolului **Pulpa dentară**) şi **plasmocitelor**, însă în număr foarte mic. O creştere semnificativă înseamnă, implicit, instalarea unui proces patologic.

Plasmocitul, limfocit B activat ca urmare a unei stimulări antigenice, este responsabil de sinteza de anticorpi. Celula are capacitate migratorie limitată şi o durată de viaţă scurtă – 10-30 de zile. Prezintă o formă ovalară (20 μm), citoplasmă intens bazofilă/pironinofilă abundentă, cu halou clar perinuclear, nucleu rotund excentric. La nivel nuclear, cromatina este dispusă în grunji la periferia membranei nucleare (aglomerări de heterocromatină, alternante cu zone de eucromatină, conferind aspectul în "spiţe de roată" sau "orologiu"). ME evidenţiază microvili, pseudopode, câţiva centrioli înconjuraţi de complexul Golgi situat perinuclear (în zona de citoplasmă în care se observă haloul clar), RER bine dezvoltat, ribozomi, puţine mitocondrii.

Funcţie plasmocitului este de apărare, fiind implicat direct în realizarea răspunsului imun umoral.

3.4. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE MUCOASEI ORALE

3.4.1. Elemente morfologice în relaţie cu procese patologice

Procese patologice de etiologie diversă se reflectă prin apariţia de modificări ale mucoasei orale, afectând în special **epiteliul**.

Astfel, acesta poate prezenta o creştere în grosime, fie la nivelul stratului spinos – **hiperacantoză**, fie la nivelul stratului cornos – **hiperkeratoză**. O leziune tip hiperkeratoză trebuie supravegheată în timp şi, la nevoie, biopsiată, deoarece ea poate să traducă un răspuns epitelial la o iritaţie cronică, dar poate să apară şi în condiţiile dezvoltării unui proces malign.

Pierderea joncţiunilor intercelulare – **acantoliza** – se datorează afectării, posibil prin mecanisme autoimune, a unor componente ale joncţiunilor

desmozomale; apar anticorpi antidesmogleină şi, consecutiv, se formează vezicule intraepiteliale; acest tip de leziune este specific pentru **pemfigus.**

Desprinderi similare se pot instala între stratul bazal şi membrana bazală, în cazul producerii de anticorpi împotriva antigenului pemfigoidului bulos, tip I şi II – o glicoproteină transmembranară specifică keratinocitelor din stratul bazal, asociată cu plăcile hemidesmozomale; acest tip de leziune este caracteristică pentru **pemfigoid.**

Maturizarea şi diferenţierea celulelor epiteliale pot fi influenţate de modificări ale fluxului salivar datorate unei proceduri de iradiere, sau unor afecţiuni generale.

Proliferarea **melanocitelor** duce la dezvoltarea de leziuni pigmentare, de tip benign sau malign (melanom, cu evoluţie accelerată şi prognostic extrem de rezervat). Creşterea numărului de **celule Langerhans** se corelează cu lichenul plan şi histiocitoza X.

Uneori însă, modificările se pot datora unor aparate protetice (care determină subţierea epiteliului), sau aplicării de implante osteo-integrate (care trebuie să menţină integritatea joncţiunii dentogingivale şi să restabilească caracteristicile parodonţiului profund). Alteori, ele pot traduce un anumit consum de medicamente; de exemplu, tratamentele citostatice afectează procesul de diviziune nu numai pentru celulele canceroase, ci şi pentru celulele epiteliului oral; consecinţa directă a modificării turnover-ului este instalarea unei ulceraţii care se vindecă lent.

Sintetizând, transformările care apar la nivelul mucoasei orale pot reflecta atât afecţiuni cu **localizare orală strictă,** cât şi unele **boli sistemice.** De aceea, se consideră că o examinare riguroasă a cavităţii orale oferă informaţii asupra stării generale de sănătate a pacientului, asupra echilibrului nutriţional, şi, dacă este cazul, orientează spre un anumit tip de patologie, în formularea unui diagnostic.

3.4.2. Elemente morfologice în relaţie cu procesul de îmbătrânire

Odată cu **înaintarea în vârstă,** suprafaţa mucoasei orale devine mai netedă şi mai puţin umedă, instalându-se un grad de atrofie şi friabilitate. Epiteliul se subţiază, scade numărul celulelor Langerhans, limita epitelio-conjunctivă este mai puţin ondulată, consecutiv aplatizării crestelor epiteliale iar în lamina propria creşte cantitatea de fibre de colagen. Apar modificări vasculare, cu dezvoltarea unor noduli vasculari. Numărul glandelor sebacee creşte, în paralel cu involuţia glandelor salivare minore, care se atrofiază şi sunt înlocuite de un ţesut conjunctiv fibros.

4. TIPURI DE MUCOASĂ ORALĂ

Mucoasa orală realizează trei modele structurale diferite: mucoasă de tapetare, masticatorie şi specializată.

Particularităţile regionale reflectă direct necesităţile funcţionale ale mucoasei: **palatul** şi **gingia** sunt implicate în **masticaţie, suprafaţa**

Scanned with OKEN Scanner

dorsală/superioară a limbii este specializată în raport cu funcţiile **gustative** şi **masticatorii**, iar **restul mucoasei orale** are rol de **tapetare.**

Histoarhitectonia acestor tipuri structurale prezintă variaţii raportate la epiteliul de suprafaţă, lamina propria, zona de interfaţă; la acestea se adaugă prezenţa sau absenţa unei submucoase şi, implicit, maniera de ancorare la structurile subjacente. Fiecare tip de mucoasă poate fi recunoscut macroscopic la inspecţia cavităţii orale.

4.1. MUCOASA DE TAPETARE

Mucoasa de tapetare acoperă toate ţesuturile moi ale cavităţii orale: interiorul buzelor, obrajii, suprafaţa ventrală a limbii, palatul moale, planşeul gurii şi procesele alveolare, până la gingie.

Aspectul macroscopic al mucoasei este neted şi strălucitor, culoarea variază de la roz deschis la roz închis şi roşu; nuanţele sunt influenţate de reţeaua capilară din lamina propria, subjacentă epiteliului, precum şi de cantitatea de melanină existentă în celulele epiteliale.

Epiteliul oral este un epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat, de grosime variabilă (100-500 μm). **Lamina propria** conţine fibre de colagen, elastice şi de reticulină tipice oricărui ţesut conjunctiv de susţinere; fibrele de colagen nu sunt atât de groase şi de strâns organizate ca cele din alte tipuri de mucoasă orală, ele având un traiect mai neregulat printre punctele de ancorare. **Interfaţa epitelio-conjunctivă** este relativ netedă, deşi papile conjunctive suple se interpătrund adesea cu creste epiteliale, mai puţin adânci.

Structura mucoasei de tapetare, în special prin fibrele de colagen şi elastice ale laminei propria, permite un anumit grad de extensie şi flexibilitate, înainte ca fibrele să fie atât de tensionate încât să limiteze mişcarea.

În ariile mucoasei de tapetare, legătura cu structurile subjacente se face, în general, prin intermediul unei **submucoase** laxe şi frecvent elastice.

4.1.1. Marginea liberă şi versantul intern al buzelor

Buzele, care delimitează orificiul de intrare al cavităţii orale, sunt formate dintr-un **versant extern** – cutanat, o **margine liberă** – vermilion şi un **versant intern** – mucos.

Versantul extern are structura pielii, prezentând epiderm şi derm, cu glande sebacee, foliculi piloşi şi glande sudoripare (fig. 6.4.).

Marginea liberă, denumită şi **joncţiune mucocutanată**, reprezintă joncţiunea dintre cele două versante şi marchează trecerea de la epiteliul pavimentos stratificat keratinizat al pielii, la epiteliul pavimentos stratificat nekeratinizat al mucoasei orale de tapetare (fig. 6.5.). La acest nivel epiteliul ortokeratinizat sau parakeratinizat este foarte subţire, în special acolo unde papilele ţesutului conjunctiv sunt extrem de înalte şi ajung aproape de suprafaţa liberă; hematiile din capilare, observabile datorită subţirimii epiteliale, sunt responsabile de "roşul buzelor".

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 6.4. Elemente histologice la nivelul versantului extern al buzei (Szekely, x 100).

Fig. 6.5. Buză – marginea liberă, la limita cu versantul extern; subjacent mucoasei – mușchiul orbicularul buzelor (Szekely, x 100).

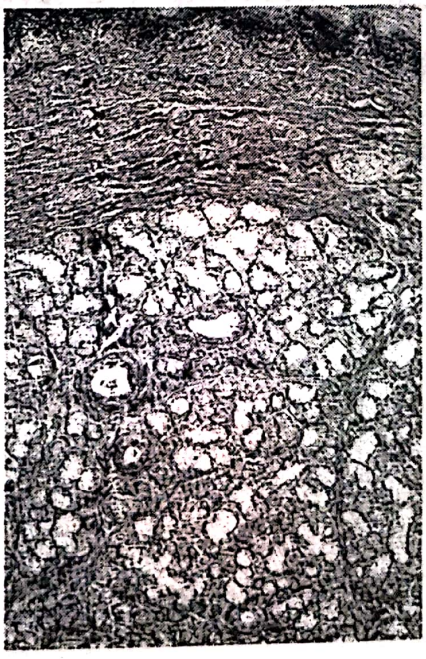


Fig. 6.6. Elemente histologice la nivelul versantului intern al buzei (Szekely, x 100).

Scanned with OKEN Scanner

Versantul intern prezintă un epiteliu oral de tip nekeratinizat şi lamina propria conţinând glande salivare minore (considerate de tip mixt sau, conform opiniilor recente ale unor specialişti, de tip mucos) (fig. 6.6.).

La nivelul suprafeţei interne şi a vermilionului, mucoasa de tapetare este strâns ataşată de **muşchiul** subjacent – **orbicularul buzelor**, care susţine în fapt configuraţia anatomică a buzelor.

4.1.2. Obrajii – mucoasa bucală (jugală)

Mucoasa care tapetează suprafaţa internă a obrajilor se caracterizează printr-un **epiteliu** stratificat pavimentos nekeratinizat foarte gros, care poate atinge 500 μm şi o **lamina propria** cu structură de ţesut conjunctiv dens, fibros, bogat în fibre de colagen şi cu mai puţine fibre elastice (fig. 6.7.). La nivelul **interfeţei epitelio-conjunctive**, papilele sunt lungi şi subţiri, prezentând numeroase anse capilare anastomozate, rezultate dintr-o bogată vascularizaţie.

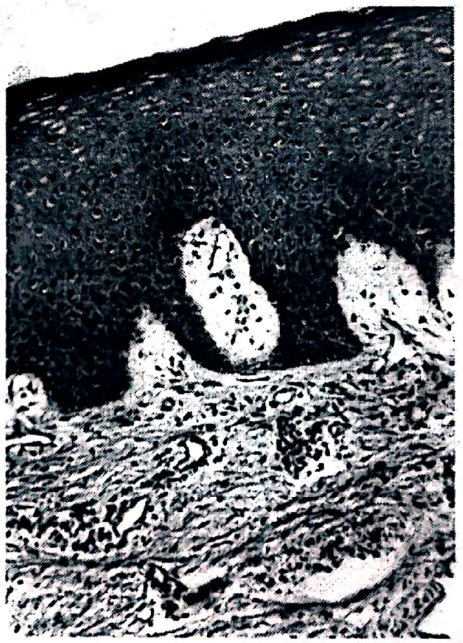


Fig. 6.7. Elemente histologice la nivelul mucoasei jugale (HE, x 200).

Mucoasa este dublată de o **submucoasă**, formată din ţesut conjunctiv dens, bogat în fibre de colagen şi fibre elastice, responsabil de o ancorare fermă a mucoasei de musculatura subjacentă. Astfel, în timpul mişcărilor masticatorii, mucoasa labială laxă este retractată spre muşchi prin intermediul fibrelor elastice, evitând prinderea între arcadele dentare şi lezarea consecutivă. Submucoasa conţine celule adipoase şi glande salivare minore de tip mixt, dispuse între fibrele ţesutului conjunctiv. În zona de mucoasă labială opusă molarilor pot să apară glande sebacee, numite punctele Fordyce; prezenţa acestor glande este considerată normală.

4.1.3. Mucoasa suprafeţei ventrale a limbii

Mucoasa are un aspect macroscopic neted, prezintă un **epiteliu** stratificat pavimentos nekeratinizat, subţire şi o **lamina propria** delicată, cu fibre de

Scanned with OKEN Scanner

colagen şi puţine fibre elastice (fig. 6.8.). Lamina propria conţine glande salivare minore de tip mixt, o reţea capilară în stratul papilar superficial, stratul reticular profund fiind mai puţin vascularizat. La **interfaţa epitelio-conjunctivă** sunt organizate numeroase papile scurte.

Mucoasa este dublată de o **submucoasă** care poate conţine adipocite şi numeroase vase sanguine de calibru mic. Deoarece submucoasa este subţire şi neregulată, adesea aceasta este dificil de individualizat. Uneori însă, submucoasa poate lipsi complet, lamina propria fuzionând şi fiind în continuitate cu ţesutul conjunctiv dintre fasciculele musculare ale muşchiului limbii.

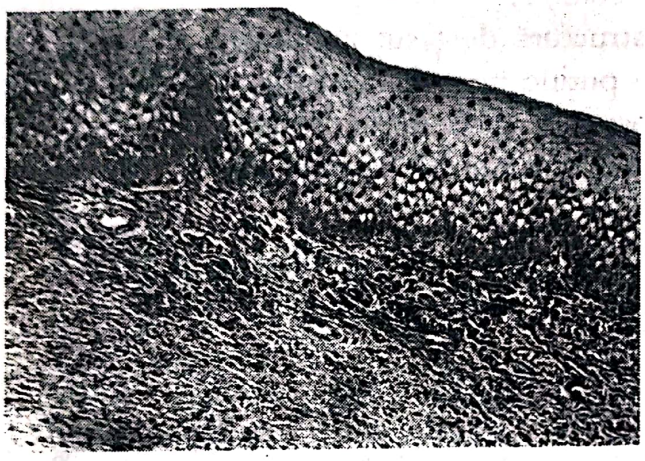


Fig. 6.8. Mucoasa feţei ventrale a limbii – aspecte morfologice ale epiteliului şi laminei propria (Szekely, x 200).

4.1.4. Mucoasa palatului moale

Palatul moale, localizat în continuitatea palatului dur, este flexibil dar nu foarte mobil (fig. 6.9.).

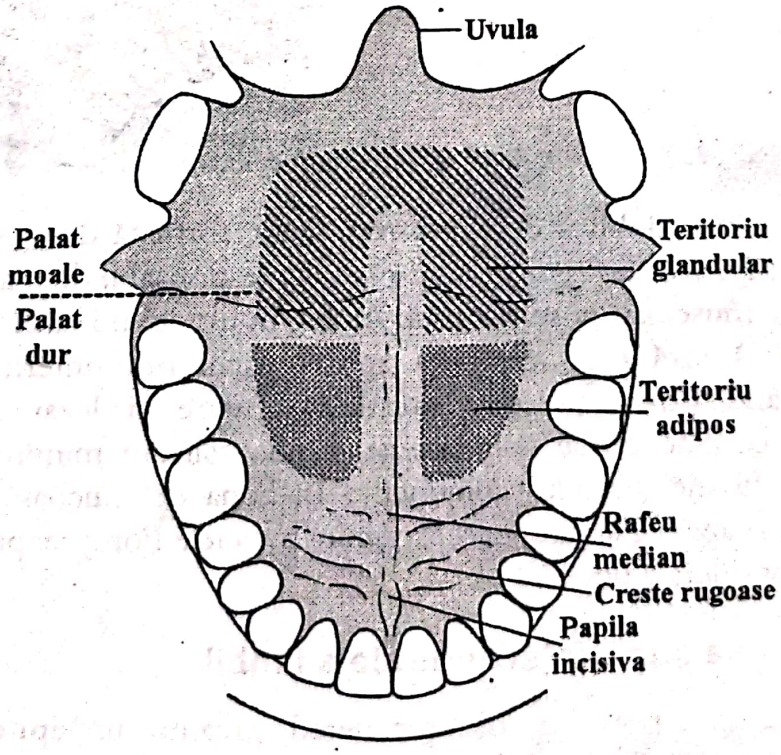


Fig. 6.9. Delimitarea ariei palatului dur şi palatului moale – adaptare după (Avery, 1994).

Mucoasa de tapetare de la acest nivel respectă acelaşi model de organizare: **epiteliu** stratificat pavimentos nekeratinizat şi **lamina propria**. Epiteliul este subţire, atinge 150 µm şi prezintă incorporaţi muguri gustativi. Lamina propria este groasă, caracterizată prin papile conjunctive scurte, extrem de vascularizată, cu o reţea capilară foarte bine dezvoltată, ceea ce conferă o culoare mai deschisă (roz pal), comparativ cu palatul dur; la acest nivel există numeroase fibre elastice, care formează o adevărată lamină elastică, la limita cu submucoasa.

Submucoasa are un caracter lax, difuz, înalt glandular (conţine glande salivare minore de tip mucos – glanda palatină).

4.1.5. Mucoasa planşeului cavităţii orale

Mucoasa este fină, constituită din **epiteliu** stratificat pavimentos nekeratinizat foarte subţire (100 µm) şi **lamina propria** cu papile conjunctive scurte, bine vascularizată prin anse capilare scurte şi anastomozate (fig. 6.10.). Fibrele elastice prezente în lamina propria au capacitatea de a restabili poziţia mucoasei, după distensie.

Mucoasa este dublată de o **submucoasă** groasă, prin care se ataşează lax la structurile subjacente. Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv lax, conţine ţesut adipos şi glande salivare minore.

Fig. 6.10. Mucoasa planşeului cavităţii orale – structură histologică (HE, x 200).

4.1.6. Mucoasa alveolară

La acest nivel, **mucoasa** prezintă tot un **epiteliu** stratificat pavimentos nekeratinizat subţire şi o **lamina propria** cu papile conjunctive scurte şi cu extrem de numeroase fibre de tip elastic, care se extind în submucoasă. Vascularizaţia laminei propria este asigurată printr-o reţea capilară localizată în stratul superficial papilar, provenită din ramificarea vaselor sanguine care merg spre periost.

Submucoasa este constituită din ţesut conjunctiv de tip lax şi conţine glande salivare minore. Şi la acest nivel fibrele elastice sunt foarte numeroase, realizând ataşarea de periostul proceselor alveolare şi permiţând revenirea mucoasei în poziţia iniţială, după destinderea produsă în timpul vorbirii şi masticaţiei.

Scanned with OKEN Scanner

4.2. MUCOASA MASTICATORIE

Mucoasa masticatorie tapetează gingia şi palatul dur, iar în edentaţie, acoperă întreaga suprafaţă masticatorie a arcurilor dentare.

Epiteliul oral este un epiteliu stratificat pavimentos ortokeratinizat, frecvent existând arii parakeratinizate; are un caracter inextensibil, iar grosimea sa este moderată (250 μm). **Lamina propria** este groasă; fibrele de colagen sunt organizate în reţea densă, constituită din fascicule mari, strâns împachetate; aceste fascicule au o orientare directă printre punctele de ancorare.

Interfaţa epitelio-conjunctivă este extrem de ondulată, cu numeroase papile conjunctive elongate, înalte, dispuse alternativ cu creste epiteliale adânci. Se realizează astfel o ancorare mecanică fermă, care împiedică o denudare epitelială, posibilă uneori datorită forţelor exercitate asupra epiteliului.

Structura mucoasei masticatorii, în special prin organizarea fasciculelor de fibre de colagen în lamina propria, determină un grad redus de laxitate şi un nivel înalt de rezistenţă, necesar pentru a suporta forţele mari de compresiune exercitate la acest nivel, forţele de rupere şi de abraziune.

Mucoasa masticatorie aderă pe planuri osoase imobile. Aderarea se face fie direct la nivelul proceselor alveolare, prin ataşarea fibrelor conjunctive din lamina propria la periost, fie indirect la nivelul palatului dur, printr-o submucoasă specială, cu caracter fibros (mucoperiost) sau bogată în elemente de ţesut adipos/glandular.

4.2.1. Mucoasa gingivală

Mucoasa gingivală, formată din **epiteliu** stratificat pavimentos keratinizat sau parakeratinizat şi **lamina propria**, este considerată **element constituent al parodonţiului**, motiv pentru care a fost prezentată separat anterior.

4.2.2 Mucoasa palatului dur

Deşi suprafaţa acestei mucoase pare a fi uniformă, macroscopic şi microscopic ea poate fi împărţită în mai multe zone (fig. 6.9.). Linia mijlocie a palatului dur se numeşte **rafeu median**. Zona anterioară a palatului dur prezintă o serie de mici ridicături numite **creste rugoase**, orientate transversal pe palatul anterior, fără a trece de linia mediană, uşor de observat şi palpat. La aproximativ 1 cm posterior faţă de incisivii anteriori există în planul liniei mediane o ridicătură numită papilă incisivă.

Mucoasa palatului dur prezintă un **epiteliu** stratificat pavimentos cu ortokeratinizare (fig. 6.11.) şi respectiv parakeratinizare şi o **lamina propria** groasă, constituită din ţesut conjunctiv dens, moderat vascularizat de o reţea de capilare cu anse scurte. Crestele rugoase din zona anterioară sunt pliuri ale mucoasei.

În general, palatul dur nu prezintă submucoasă. La nivelul crestelor rugoase, fibrele ţesutului conjunctiv din stratul papilar al laminei propria se ataşează direct de osul subjacent, fiind numite benzi de tracţiune şi realizând

Scanned with OKEN Scanner

imobilitatea acestor pliuri. De asemenea, pe linia mijlocie a palatului dur nu există submucoasă, ci un ataşament fibros dens la osul subjacent, numit **mucoperiost**; ţesutul conjunctiv dens, bogat în fascicule de fibre de colagen, al laminei propria, stabileşte direct legătura cu osul subjacent.

Totuşi, în regiunile laterale, există arii cu caracter de **submucoasă**.

Aceste arii includ ţesut adipos (anterior) şi glande salivare minore de tip mucos – glande palatine (posterior), glande care se continuă şi în zona palatului moale. Această organizare constituie un strat de suport pentru mucoasă, atenuând forţele la care este supusă în procesul de masticaţie şi protejând elementele vasculare şi nervoase.

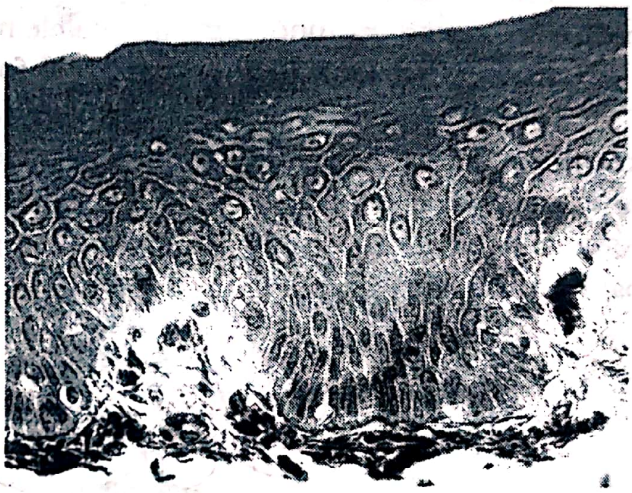


Fig. 6.11. Mucoasa palatului dur – detaliu pentru epiteliul stratificat pavimentos cu keratinizare (HE, x 400).

4.3. MUCOASA SPECIALIZATĂ – FAŢA DORSALĂ A LIMBII

Mucoasa linguală prezintă la acest nivel două zone diferite: **două treimi anterioare**, care formează **corpul limbii** şi o **treime posterioară**, numită **baza limbii**; cele două zone sunt separate printr-un şant în V – sulcusul terminal.

Fig. 6.12. Limbă – histoarhitectonie: mucoasă linguală cu papile, glande tubulo-acinoase, fibre musculare striate şi adipocite (Szekely, x 100).

Scanned with OKEN Scanner

Mucoasa orală care acoperă faţa dorsală a limbii este considerată o mucoasă cu caracter de **specializare,** deoarece la acest nivel se organizează structuri individualizate – **papilele linguale** şi există un grad înalt de extensibilitate, datorat zonelor flexibile dintre papile. Unele dintre papile au rol mecanic, în timp de altele au rol senzorial, datorat prezenţei **mugurilor gustativi.**

Mucoasa prezintă un **epiteliu** stratificat pavimentos keratinizat sau nekeratinizat şi o **lamina propria** bogat vascularizată (reţea capilară în stratul papilar, vase de calibru mai mare în stratul reticular) şi inervată, care conţine glande salivare minore în zona posterioară.

Nu există o **submucoasă** individualizată, fibrele conjunctive ale laminei propria se extind profund, între fasciculele musculare ale limbii (fig. 6.12.).

Există **4 tipuri** de papile: **filiforme, fungiforme, circumvalate, foliate.**

Cele mai numeroase sunt papilele filiforme, ascuţite, acoperite de epiteliu keratinizat; printre ele, se observă papilele fungiforme, tapetate de epiteliu nekeratinizat; la limita posterioară a corpului limbii există un rând de papile rotunde – papilele circumvalate, şi de-a lungul părţilor limbii există rânduri de papile foliate (fig. 6.13.).

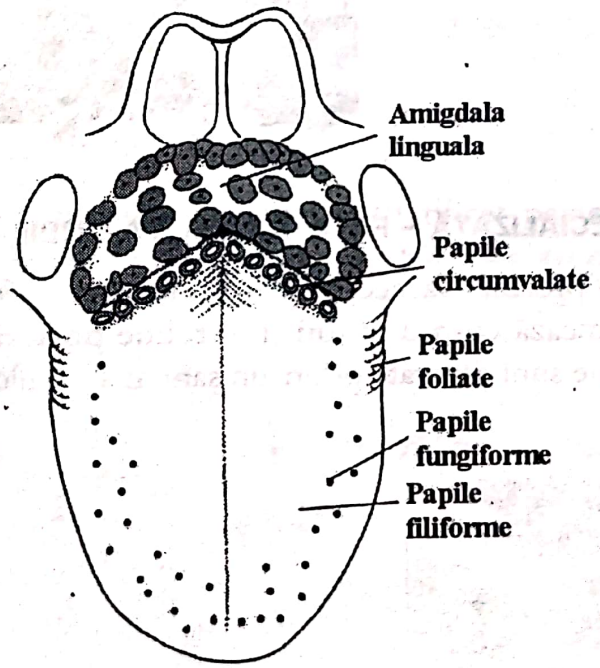


Fig. 6.13. Distribuţia diferitelor tipuri de papile la nivelul mucoasei linguale specializate – adaptare după (Avery, 1994).

4.3.1. Papilele filiforme

Papilele filiforme, observabile cu ochiul liber, sunt cele mai numeroase. Localizarea este predominant în cele două treimi anterioare ale limbii, dispuse în şiruri paralele cu braţele "V"-ului lingual, divergent de la linia mediană, dar se pot extinde şi spre orofaringe. Au formă de flacără, "cioc de pasăre" sau con (fig. 6.14.).

Scanned with OKEN Scanner

Structural, sunt tapetate de epiteliu keratinizat şi au un miez conjunctivovascular central, adesea divizat în axe secundare (fig. 6.15.)

Deoarece nu conţin muguri gustativi, au numai **rol mecanic**. Determină caracterul aspru al limbii, formând în ansamblu o suprafaţă abrazivă dură, implicată în procesul de masticaţie (în compresiunea şi ruperea alimentelor, prin acţiunea opozantă a limbii pe suprafaţa palatului dur).

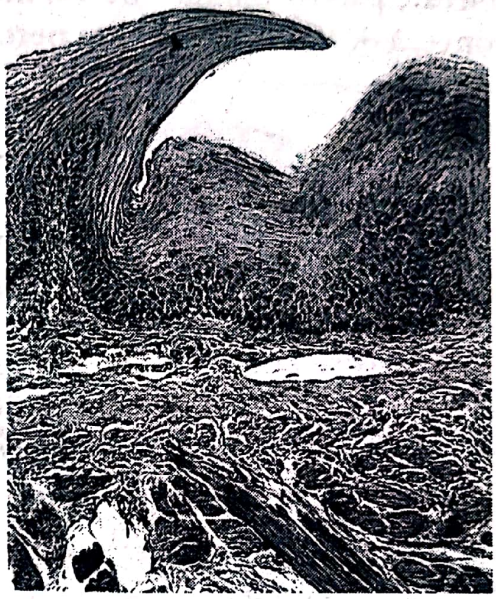


Fig. 6.14. Papilă filiformă cu aspect de "cioc de pasăre" şi uşoară keratinizare la suprafaţa epiteliului (Szekely, x 200).

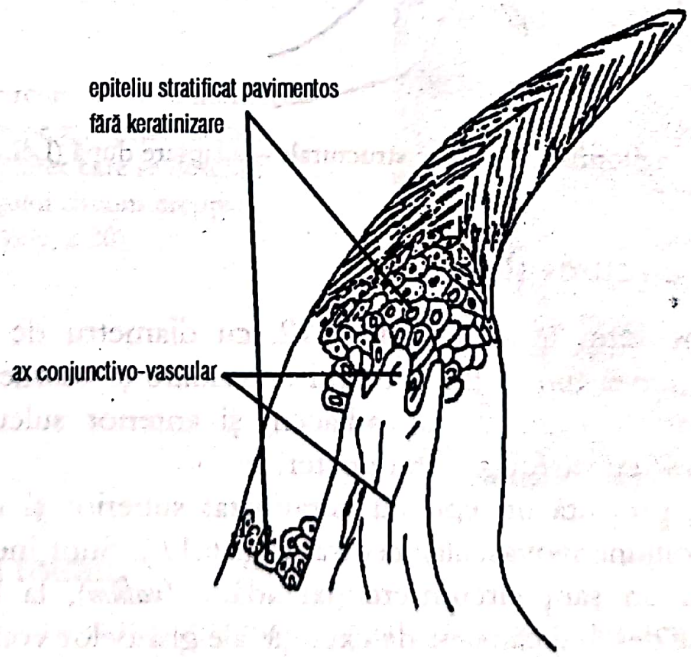


Fig. 6.15. Papilă filiformă – elemente structurale – adaptare după (LeLoup et al., 1993).

4.3.2. Papilele fungiforme

Papilele fungiforme sunt mai puţin numeroase. Apar localizate diseminat printre papilele filiforme de pe vârful limbii şi, uneori, laturile limbii, sub forma

Scanned with OKEN Scanner

unor ridicături rotunde şi netede (ca o ciupercă, cu bază de implantare redusă şi parte superioară largă), cu un diametru de 0,5-2 mm. Se proiectează uşor peste suprafaţa limbii.

Structural, prezintă un miez conjunctivovascular, cu axe secundare, acoperit de un epiteliu nekeratinizat (fig. 6.16.). Datorită faptului că epiteliul este foarte subţire, iar ţesutul conjunctiv central este foarte bine vascularizat, papilele au o culoare roşie intensă.

Fiecare papilă conţine între 1-4 muguri gustativi, localizaţi intraepitelial în zona convexă dorsală, având **rol în perceperea gustului** (dulce, sărat, acru).

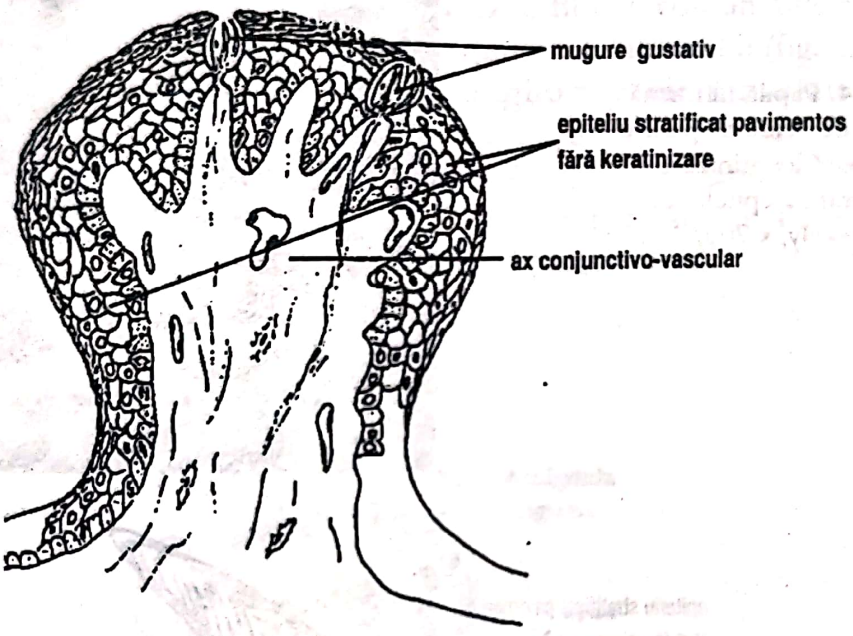


Fig. 6.16. Papilă fungiformă – elemente structurale – adaptare după (LeLoup et al., 1993).

4.3.3. Papilele circumvalate

Papilele circumvalate (în număr de 8-12, cu diametru de 2-4 mm) sunt localizate la joncţiunea dintre două treimi anterioare şi treimea posterioară a limbii (între corpul şi baza limbii), adiacent şi anterior sulcusului terminal, formând şi ele un V cu vârful orientat posterior.

Structural, prezintă un epiteliu keratinizat superior şi nekeratinizat în lateral şi un ax conjunctivovascular central (fig. 6.17.). Sunt înconjurate de un perete evident şi un şanţ circumferenţial adânc (*valum*), la baza căruia, în criptele laterale, se deschid canalele de excreţie ale glandelor von Ebner (glande salivare minore, de tip seros) (fig. 6.18.). Produsul de secreţie are rolul de a curăţa aceste arii, pentru reînnoirea gustului.

Pe pereţii laterali, intraepitelial, există aproximativ 250 de muguri gustativi. Astfel, **rolul** principal al papilelor circumvalate, care însumează peste 2.500 de muguri gustativi, este de **percepere a gustului** (sărat, acru, amar şi dulce).

Scanned with OKEN Scanner

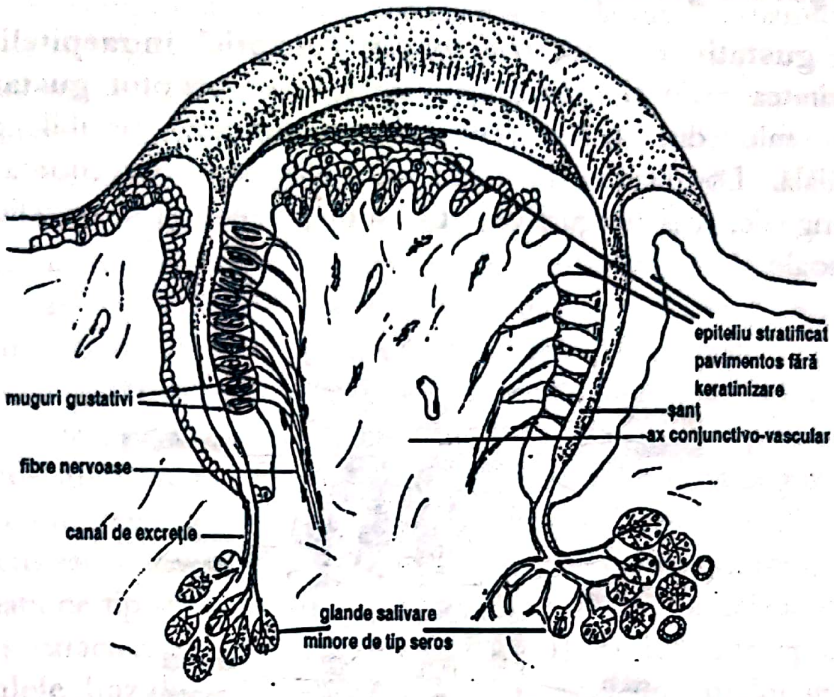


Fig. 6.17. Papilă circumvalată – elemente structurale – adaptare după (LeLoup et al., 1993).

Fig. 6.18. Papilă circumvalată cu numeroşi muguri gustativi pe marginile laterale şi glande von Ebner care se deschid la nivelul şanţului circumferenţial (Szekely, x 20).

4.3.4. Papilele foliate

Papilele foliate sunt mai puţin întâlnite la om, comparativ cu unele animale. Localizarea este pe marginile laterale ale părţii posterioare a limbii. Apar sub forma unei serii de 4-12 ridicături, dispuse paralel şi alternând cu şanţuri adânci.

Structural, au o formă de frunză, cu pereţi laterali asemănători cu cei ai papilelor circumvalate şi şant bazal înconjurător, în care se pot deschide canale ale glandelor salivare minore de tip seros. Pot conţine muguri gustativi, intraepitelial, pe pereţii laterali (aproximativ 2.560/papilă).

Scanned with OKEN Scanner

4.3.5. Mugurele gustativ

Mugurele gustativ este un **mic organ senzorial intraepitelial**, specific pentru cavitatea orală şi orofaringe. Are **rol de receptor gustativ** datorită structurării sale din celule epiteliale modificate, posibil de origine neuroepitelială. Localizarea în cavitatea orală este concentrată la nivelul papilelor linguale, deşi muguri gustativi sunt prezenţi şi în epiteliul mucoasei palatului moale.

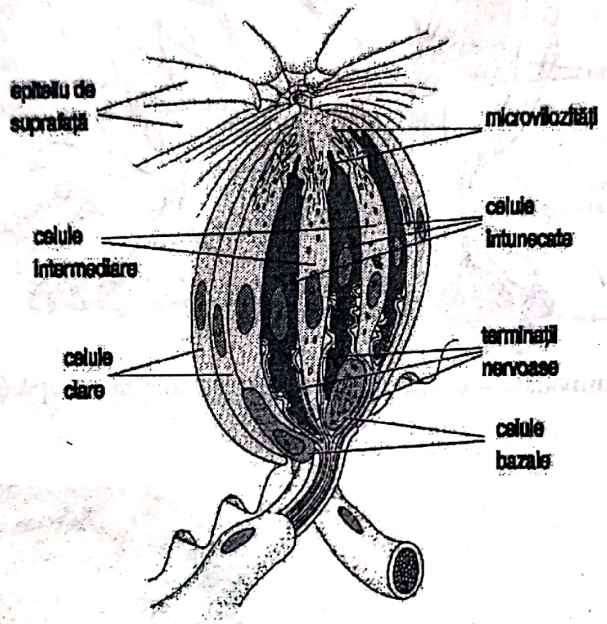


Fig. 6.19. Mugure gustativ – structură – adaptare după (Ross, Reith, 1985).

În MO apare ca o pată clară intraepitelială, cu formă ovoidă, comparabilă cu un butoi. Dimensiunile mugurelui gustativ sunt 60-80 µm înălţime, 35-45 µm diametru. Este format din 30-80 de **celule fuziforme**, aranjate în jurul unei cavităţi centrale, cu dispoziţie în "felii de portocală" (fig. 6.19.). Baza mugurelui gustativ este situată deasupra membranei bazale, comunicarea cu ţesutul conjunctiv subjacent se face printr-un **por bazal**, iar înălţimea sa ajunge până aproape de suprafaţa epiteliului, unde capetele apicale ale celulelor se termină într-un **canal gustativ** care comunică cu suprafaţa printr-un mic orificiu, **porul gustativ**; în jurul porului gustativ se distribuie câteva celule epiteliale mici, aplatizate. În zona bazală sunt prezente **fibre nervoase** care realizează sinapse cu unele celule.

ME evidenţiază **4 tipuri celulare: celule clare (tip I), celule întunecate (tip II), celule intermediare (tip III), celule bazale (tip IV).**

Celulele clare (tip I) sunt tipul cel mai comun. La polul apical prezintă microvilozităţi mai scurte, mai puţin numeroase, care se termină la nivelul marginii interne a porului gustativ; dezvoltă relaţii strânse cu fibrele nervoase. Rolul lor este incert, disputându-se implicarea în susţinere, sau funcţionarea ca o terminaţie nervoasă.

Scanned with OKEN Scanner

Celulele întunecate (tip II) prezintă la polul apical 30-40 microvilozităţi centrate de microtubuli (care ajung la nivelul marginii externe a porului gustativ) şi vezicule – granule dense întunecate, responsabile de formarea substanţei dense amorfe din canalul gustativ. Terminaţiile apicale ale acestor celule stabilesc joncţiuni strânse (similare cu joncţiunile din epiteliul intestinal) cu celulele vecine, având astfel rol de impermeabilitate. Evenimentele iniţiale care declanşează senzaţiile gustative implică materialul amorf din canalul gustativ, precum şi microvilozităţile apicale. Realizează relaţii de tip schwanian cu fibrele nervoase (îndeplinind rol analog celulelor Schwann). Sunt continuu înlocuite, iar existenţa lor depinde de nervul gustativ funcţional.

Celulele intermediare (tip III) sunt înalte, situate de la baza mugurelui gustativ până la porul gustativ. La polul apical prezintă o prelungire subţire (bastonaş gustativ) care pătrunde în substanţa densă din canalul gustativ, până la nivelul marginii externe a porului gustativ; la polul bazal conţin vezicule cu conţinut dens sau vezicule goale (aspect de vezicule sinaptice), mitocondrii. Sunt stabilite relaţii de tip sinaptic cu fibre nervoase (acest tip de relaţie este observat numai aici şi caracterizează fiecare celulă de tip III). Au rol de receptor gustativ.

Celulele bazale (tip IV), localizate la baza mugurelui gustativ, sunt celule de multiplicare sau înlocuire. Deşi există opinia că fiecare tip de celulă este o linie distinctă de celule, fără tranziţie între linii, succesiunea transformărilor regenerative ar putea fi: celulă bazală, celulă întunecată, celulă clară, celulă intermediară.

Molecule provenite din digestia alimentelor se cuplează cu receptorii membranari ai celulelor mugurilor gustativi generând o stimulare care activează o cascadă de semnale mediate de **transducină** şi **gustducină** – proteine membranare asociate. Consecutiv, polarizarea membranară se modifică, determinând eliberarea de substanţe de transmitere care stimulează fibrele amielinice aferente derivate din nervul glosofaringian şi localizate în zona bazală a celulelor gustative. Specialiştii consideră că celulele mugurelui gustativ, alături de celulele Merkel, sunt singurele **celule senzoriale specializate** de la nivelul mucoasei orale.

Mugurii gustativi localizaţi pe papile diferite, în regiuni diferite, respectă acelaşi plan general de organizare. Nu există diferenţe structurale majore, cu toate că au fost descrise unele mici deosebiri între mugurii gustativi de pe papilele fungiforme şi cei de pe papilele circumvalate şi foliate. Deoarece sensibilitatea la dulce, sărat, acru şi amar este corelată cu anumite teritorii, iar structura mugurilor gustativi este constantă, perceperea diferitelor substanţe este dependentă de cuplarea cu diferiţi receptori membranari.

5. STRUCTURI ÎN CORELAŢIE CU MUCOASA ORALĂ – AMIGDALELE

Amigdalele sunt **organe limfoide secundare**, reprezentând un ansamblu de structuri neîncapsulate, component al MALT. Sunt localizate posterior, la

Scanned with OKEN Scanner

joncţiunea dintre cavitatea orală şi respectiv cavitatea nazală cu faringele, sub forma unui inel circular – **inelul amigdalian Waldeyer.** Există trei tipuri de amigdale: **faringiană, palatină** şi **lingvală. Amigdala faringiană** este situată în porţiunea superioară a nazofaringelui. **Amigdalele palatine** sunt dispuse lateral în orofaringe, completând inelul, iar inferior se găseşte **amigdala lingvală.**

Structural, amigdalele prezintă o suprafaţă liberă (acoperită de epiteliu), o stromă citofibrilară specifică organelor limfoide secundare şi un parenchim format din limfocite. **Limfocitele** sunt organizate în **zone timo-independente** (sub formă de foliculi limfatici primari şi, predominant, secundari) şi **zone timodependente** (arii interfoliculare). În zonele timo-independente populaţia celulară predominantă este alcătuită din **limfocite B,** iar la acest nivel se desfăşoară răspunsuri imune mediate umoral; în zonele timodependente celulele predominante sunt **limfocite T,** iar funcţional aici au loc răspunsuri imune mediate celular. Similar limfoganglionilor, amigdalele au vase limfatice eferente care le drenează; spre deosebire de limfoganglioni, nu au însă vase limfatice aferente.

5.1. Tipuri de amigdale

5.1.1. Amigdala faringiană

Amigdala faringiană este localizată la baza nazofaringelui, posterior, pe linia mediană a porţiunii superioare a peretelui. Uneori se poate extinde lateral, în jurul deschizăturii conductului auditiv în regiunea lui torus tubarius (o prelungire ridicată deasupra şi pe părţile acestei deschizături); acest ţesut amigdalian se numeşte uneori **amigdală tubară.**

Nu prezintă cripte, ci o serie de înfundături longitudinale numite **pliuri,** în care se deschid canalele glandelor salivare minore, de tip seromucos, prezente în lamina propria subjacentă amigdalei. Este tapetată de **epiteliu pseudostratificat cilindric ciliat** (de tip respirator), din loc în loc existând zone de **epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat.** În general, ţesutul limfoid este aranjat difuz, iar **foliculii limfatici** care constituie parenchimul sunt în general primari, rar de tip secundar.

Când amigdala faringiană este mărită, se numeşte **adenoid** (vegetaţie adenoidă).

5.1.2. Amigdalele palatine

Amigdalele palatine sunt localizate la limita dintre cavitatea orală şi orofaringe, uneori, la copii, fiind situate sub forma unor mase proeminente între pilierul anterior (muşchiul palatoglos) şi pilierul posterior (muşchiul palatofaringian).

Sunt tapetate la exterior de un **epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat,** similar cu al orofaringelui adiacent şi cu al cavităţii orale, care se invaginează şi formează 10-12 **cripte** (fig. 6.20.).

Scanned with OKEN Scanner

Sub epiteliu, stroma citofibrilară de tip comun susţine parenchimul, format din **foliculi limfatici** primari şi secundari agminaţi (zone timo-independente) şi **arii de limfocite** dispuse interfolicular, dens, difuz şi omogen (zone timodependente) (fig. 6.21.); sunt prezente aici celule dendritice, similare cu celulele Langerhans, alături de macrofage.

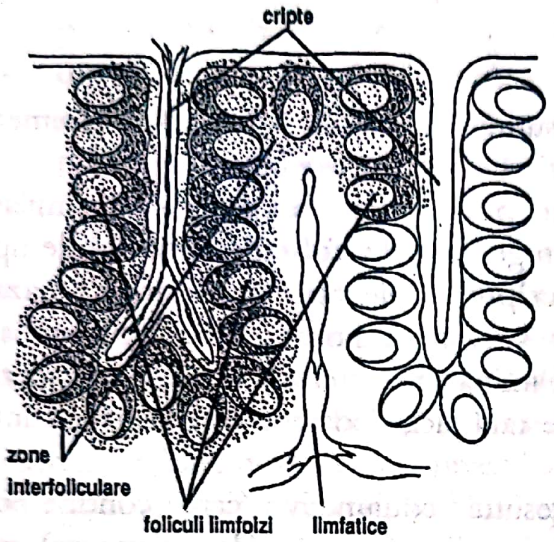


Fig. 6.20. Amigdală faringiană – structură – adaptare după (LeLoup et al., 1993).

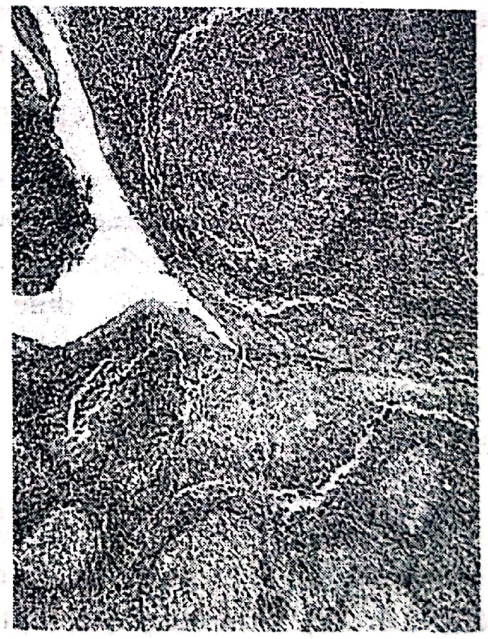


Fig. 6.21. Amigdală palatină – criptă tapetată de epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat, foliculi limfatici agminaţi şi zone interfoliculare (HE, x 100).

Criptele pot conţine celule epiteliale descuamate, leucocite moarte, bacterii şi alte substanţe antigenice, cât şi resturi alimentare. Ductele glandelor salivare minore de tip seromucos (localizate în lamina propria adiacentă) nu se deschid în cripte, ci au o orientare către suprafaţa epiteliului; lipsa unei acţiuni de curăţare a criptelor justifică acumularea de reziduuri străine, care conduce la inflamarea ţesuturilor. Epiteliul care tapetează criptele este discontinuu, iar membrana bazală, uneori discontinuă, permite un pasaj celular şi molecular, din lumen spre ţesutul limfoid. Printre celulele epiteliale se găsesc conglomerate de

Scanned with OKEN Scanner

limfocite şi alte celule nonepiteliale. De asemenea, în epiteliu există şi **celule M**, specifice MALT, care iniţiază acţiunea de procesare a antigenilor proveniţi din mediul exterior, prin cavitatea nazală şi orală.

Antigenii sunt preluaţi de către celulele prezentatoare de antigene, procesaţi în peptide mai mici şi prezentaţi celulelor T, pentru a începe derularea unui răspuns imun şi codarea complexă a anticorpilor.

5.1.3. Amigdala lingual

Amigdala lingual este localizată pe suprafaţa dorsală a limbii, în treimea posterioară, extinzându-se de la papilele circumvalate către baza epiglotei.

Sunt tapetate de **epiteliu stratificat pavimentos nekeratinizat**, similar cu cel oral. Parenchimul este constituit, în general, din **foliculi limfatici** de tip secundar. Există mai multe duzini de **cripte**, unele fără ramificaţii, la baza cărora se deschid canale ale glandelor salivare minore de tip seromucos. Secreţia acestor glande contribuie la eliminarea materialului străin reţinut; acumularea de reziduuri sau infecţia este rară aici, deoarece detritusurile sunt continuu îndepărtate.

În profunzime, separarea de ţesutul conjunctiv (care conţine o componentă adipoasă importantă şi glande salivare minore de tip mucos) se face prin intermediul unei structuri de tip capsular, foarte fine. Subjacent, sunt muşchii limbii.

5.2. FUNCŢIILE ŢESUTULUI AMIGDALIAN

Datorită particularităţilor sale morfologice, amigdalele sunt integrate într-un **sistem de apărare locală** cu specificitate faţă de conţinutul de antigene al mucoaselor. Un rol deosebit revine în acest context celulelor epiteliale asociate ţesutului limfoid, numite celule M (cu rol exclusiv de transport pentru antigene), precum şi limfocitelor B din aceste zone, cu potenţial deosebit pentru a sintetiza IgA secretorii (care acţionează ca anticorpi de apărare a mucoaselor).

6. VASCULARIZAŢIA MUCOASEI ORALE

Vascularizaţia mucoasei orale este asigurată de ramificaţii ale unui număr extrem de larg de artere, cu o distribuţie individualizată în raport de diferitele regiuni topografice. Prezentăm în continuare arterele care realizează irigarea fiecărei arii de mucoasă:

- **buza superioară – artera labială superioară** (anastomozată cu artera bucală);
- **buza inferioară – artera labială inferioară** (anastomoză cu artera bucală), **artera mentală**, ram din artera alveolară inferioară;
- **gingia superioară**: anterior – **artera alveolară superioară anterioară**; lingual – **artera palatină majoră**, bucal – **artera bucală**, posterior – **artera alveolară superioară posterioară**;

Scanned with OKEN Scanner

- **gingia inferioară:** anterior bucal – **artera mentonieră,** anterior lingual – **artera incisivă, artera sublinguală,** posterior lingual – **artera alveolară inferioară, artera sublinguală,** posterior bucal – **artera alveolară inferioară, artera bucală;**
- **palatul dur – artera palatină majoră, artera nazopalatină, artera sfenopalatină;**
- **palatul moale – artera palatină minoră;**
- **obrajii – artera bucală,** unele ramuri terminale din **artera facială, artera alveolară posterioară, artera infraorbitară;**
- **planşeul gurii – artera sublinguală,** ram din artera linguală;
- **limba:** două treimi anterioare – **artera linguală profundă,** treimea posterioară – **artera linguală dorsală.**

Aceste artere sunt prezente fie în submucoasă, fie în partea profundă a stratului reticular (dacă submucoasa lipseşte), au o dispoziţie paralelă cu suprafaţa epitelială şi se ramifică progresiv.

Rezultatul ramificării şi anastomozării constă într-o **reţea capilară** extrem de bine dezvoltată la nivelul stratului papilar al laminei propria, până în imediata apropiere a stratului bazal epitelial. Capilarele şi venulele postcapilare cu endoteliu înalt prezintă molecule de adeziune de tip ICAM, VCAM, care facilitează trecerea leucocitelor. Nu există şunturi arteriovenoase, dar în schimb se observă un sistem foarte bine dezvoltat de **anastomoze** între arteriole şi capilare.

Există particularităţi proprii diferitelor regiuni. De exemplu, în lamina propria a mucoasei labiale, arteriolele au o configuraţie foarte ondulată şi se ramifică extensiv. La nivelul mucoasei linguale specializate, în fiecare papilă filiformă este prezent un număr diferit de capilare, iar în papilele fungiforme şi papilele circumvalate în axul conjunctiv pătrund arteriole, care ulterior se vor capilariza la acel nivel. În mucoasa gingivală se pare că este cel mai abundent flux sanguin din întreg teritoriul oral.

7. INERVAŢIA MUCOASEI ORALE

Inervaţia mucoasei orale este extrem de bogată şi predominant **senzorială.** La nivelul laminei propria, fibrele nervoase senzoriale formează un **plex primar** în **stratul profund** şi un **plex secundar** în **stratul papilar.**

Inervaţia intervine în realizarea unor activităţi voluntare, precum şi a unor activităţi reflexe (vorbire, masticaţie, salivaţie, înghiţire, vomă). Senzaţiile primare conştientizate sunt: termică (cald, rece), tactilă, dureroasă şi gustativă. Nervii au originea iniţială în trigemen, dar sunt prezente şi fibre aferente din facial, glosofaringian şi vag. Inervaţia eferentă este **autonomă,** asigură vasele sanguine şi glandele salivare minore şi modulează activitatea unor receptori senzoriali.

Principalele fibre nervoase senzoriale care asigură inervaţia mucoasei orale sunt următoarele:

Scanned with OKEN Scanner

- pentru **buza superioară** şi **cavitatea vestibulară** corespunzătoare – ramificaţii din **ramul infraorbitar** al **nervului maxilar;**
- pentru **buza inferioară** şi **cavitatea vestibulară** corespunzătoare – **ramul mentonier** al **nervului alveolar inferior, ramul bucal** al **nervului mandibular;**
- pentru **gingia superioară** – **ramurile alveolar anterior, posterior** şi uneori **median superior** al **nervului maxilar;**
- pentru **gingia inferioară** – **ramul alveolar inferior** al **nervului mandibular, ramul bucal** al **nervului mandibular, ramul sublingual** al **nervului lingual;**
- pentru **palatul dur** – **ramurile mare, mic** şi **sfenopalatin** al **nervului maxilar;**
- pentru **palatul moale** – **ramul mare palatin** al **nervului maxilar, ramul amigdalian** al **nervului glosofaringian, nervul canalului pterigoidian** (pentru gust) cu origine în nervul facial;
- pentru **obraji** – ramificaţii din **ramul infraorbitar** al **nervului maxilar, ramul alveolar superior** al **nervului maxilar, ramul bucal** al **nervului mandibular** şi posibil unele **ramuri terminale** ale **nervului facial;**
- pentru **limbă** (două treimi anterioare) – **ramul lingual** al **nervului mandibular;**
- pentru **limbă** (treimea posterioară) – **nervul glosofaringian.**

Nervii senzoriali se termină sub formă de terminaţii nervoase libere şi organizate.

Terminaţiile nervoase libere sunt localizate în lamina propria şi în epiteliu, unde se asociază frecvent cu celule Merkel şi se dispun printre keratinocite, până în straturile superioare.

În lamina propria, prin pierderea tecii de mielină, se formează o reţea în stratul reticular, din care rezultă un plex subepitelial, în stratul papilar. Intraepitelial, prin pierderea celulelor Schwann, keratinocitele înconjură terminaţiile nervoase, construind un mezaxon.

Terminaţiile nervoase organizate sunt formate, în general, din ansambluri de fibre nervoase cu dispoziţie spiralată, delimitate de o capsulă de ţesut conjunctiv. Ele sunt prezente frecvent în stratul papilar al laminei propria, sub formă de **corpusculi Meissner, Ruffini, Krause** şi **structuri terminale mucocutanate** – aparţinând clasei de mecanoreceptori încapsulaţi.

Deşi aceste terminaţii nervoase reacţionează diferit la stimuli senzoriali diferiţi (corpusculul Krause pare mai degrabă receptiv la stimuli termici reci, iar corpusculul Meissner – la stimuli tactili), nu s-a demonstrat existenţa de receptori individualizaţi pentru un anumit tip de stimuli.

- **Corpusculii Meissner**

Corpusculii Meissner sunt localizaţi în lamina propria, la vârful papilelor conjunctive, foarte aproape de epiteliul oral suprajacent. Au dimensiuni de 80 μm/30 μm.

Scanned with OKEN Scanner

Structural, sunt formaţi din trei-patru terminaţii nervoase amielinice, cu celule Schwann asociate, delimitate de o capsulă conjunctivă.

Capsula, incompletă, conţine fibroblaste aplatizate, cărora le lipseşte lamina bazală, şi fibre elastice în continuitate cu fibrele elastice din ţesutul conjunctiv adiacent. Fiecare axon terminal este bogat în mitocondrii, neurofilamente şi neurotubuli, fără a avea însă organizarea riguroasă din părţile proximale ale nervilor periferici. În interiorul capsulei mai există conglomerate de celule epitelioide dispuse printre terminaţiile nervoase, separându-le, şi cantităţi importante de material amorf, filamentos, conţinând un număr redus de fibrile de colagen. Celulele epitelioide, denumite şi celule lamelare, sunt probabil fibroblaste sau celule Schwann modificate; fiecare celulă este înconjurată de lamină bazală proprie şi prezintă vezicule de pinocitoză; aceste vezicule sunt mult mai numeroase în zonele adiacente axolemei axonului terminal.

Corpusculul Meissner este specializat în perceperea atingerii.

- **Corpusculii Ruffini**

Corpusculii Ruffini au dimensiuni de 1 mm/0,2 mm. Sunt formaţi din terminaţii nervoase amielinice ramificate, care se interpătrund cu fibre de colagen şi sunt înconjurate de 4-5 straturi de fibroblaste modificate, peste care se dispune o capsulă conjunctivă.

Corpusculul Ruffini este specializat în perceperea presiunii şi extinderii.

- **Bulbii Krause**

Bulbii Krause sunt localizaţi la baza papilelor conjunctive sau uneori mai profund, în lamina propria. Au aproximativ 50 μm diametru. Sunt constituiţi dintr-o terminaţie nervoasă amielinică care se ramifică de mai multe ori, finalizându-se la extremităţi sub formă de treflă; capsula externă este groasă, lamelară, din celule aplatizate, posibil în continuitate cu endonervul şi din fibre de colagen.

Funcţia exactă nu este stabilită, posibil intervin în perceperea frigului şi a presiunii.

Receptorii senzoriali prezintă o densitate mai mare în regiunile anterioare ale cavităţii orale, comparativ cu regiunile posterioare. Această densitate crescută determină şi o sensibilitate mai mare a regiunilor anterioare, în raport cu cele posterioare: senzaţiile tactile şi termice cele mai puternice sunt percepute în partea anterioară a limbii şi a palatului dur, pentru cea termică adăugându-se şi zona vermilionului. Totuşi, există receptori tactili şi în zona palatului moale şi a orofaringelui, cu rol în iniţierea deglutiţiei, a senzaţiei de vomă sau înecare.

Modalitatea de percepere a durerii, prin aceste terminaţii nervoase cu rol de receptor, nu este elucidată; în mecanism sunt implicate polipeptide activate de stimulii nocivi responsabili de agresiunea tisulară, care, eliberate în spaţiul interstiţial, stimulează terminaţiile nervoase libere, în general amielinice.

Scanned with OKEN Scanner

8. FUNCȚIILE MUCOASEI ORALE

Funcțiile mucoasei orale sunt: **protectivă, senzorială, secretorie.**

8.1. FUNCȚIA PROTECTIVĂ

Prin acoperirea întregii suprafeţe a cavităţii orale de către mucoasa orală, se realizează separarea structurilor profunde de mediul intracavitar. Mucoasa orală **protejează** astfel aceste structuri.

Datorită multiplelor adaptări ale epiteliului şi ţesutului conjunctiv subjacent, forţele mecanice de compresiune, întindere, rupere, alături de fenomenul de abraziune, devin suportabile fără a produce leziuni importante.

Integritatea epitelială este obligatorie pentru protecţia împotriva microorganismelor rezidente sau instalate în cavitatea orală. În acest context, trebuie subliniată capacitatea epiteliului de a forma o barieră impermeabilă, limitând penetrarea toxinelor şi a antigenelor, în special de natură bacteriană. Această barieră de permeabilitate se formează din granulele acoperite de membrană existente în keratinocite, care eliberează lipide cu orientare aliniată, regulată, pe măsură ce pătrund în spaţiile intercelulare din straturile celulare superioare.

Tot în cadrul protecţiei este inclusă şi **capacitatea absorbtivă** a epiteliului oral, extrem de redusă, dependentă de modelul de maturizare (keratinizat sau nekeratinizat) şi limitată la regiunile cu tapetare subţire (planşeul gurii).

8.2. FUNCȚIA SENZORIALĂ

Funcţia senzorială este realizată prin intermediul **terminaţiilor nervoase libere sau încapsulate**, localizate în lamina propria şi intraepitelial, precum şi al **mugurilor gustativi** situaţi la nivelul papilelor linguale şi al palatului moale. Toate aceste elemente conferă informaţii legate de o parte din principalele simţuri şi respectiv senzaţii: simţul tactil (cu senzaţia de presiune), senzaţiile termice de rece şi cald, simţul gustativ (cu senzaţia de dulce, amar, acru, sărat). Evenimente reflexe ca deglutiţia, salivarea, voma sau înecarea au, de asemenea, ca punct de plecare stimularea unor receptori din cavitatea orală.

8.3. FUNCȚIA SECRETORIE

Funcţia secretorie este corelată cu prezenţa glandelor salivare la nivelul cavităţii orale. Produsul lor de secreţie, **saliva**, este esenţial pentru menţinerea caracterului umed al mucoasei orale.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 7

GLANDELE SALIVARE

1. CONSIDERAȚII GENERALE 202
2. STRUCTURA GLANDELOR SALIVARE 203
2.1. Componenta secretorie 203
2.1.1. Piesa terminală secretorie/acinul 203
2.1.2. Celulele seroase 204
2.1.3. Celulele mucoase 206
2.1.4. Celulele mioepiteliale 207
2.2. Componenta excretorie 208
2.2.1. Canalele intercalare 208
2.2.2. Canalele striate 209
2.2.3. Canalele terminale 211
2.3. Stroma glandelor salivare 212
3. TIPURI DE GLANDE SALIVARE 212
3.1. Glandele parotide 212
3.1.1. Localizare anatomică 213
3.1.2. Particularități histologice 213
3.2. Glandele submandibulare 214
3.2.1. Localizare anatomică 214
3.2.2. Particularități histologice 214
3.3. Glandele sublinguale 215
3.3.1. Localizare anatomică 215
3.3.2. Particularități histologice 215
3.4. Glandele salivare minore 215
4. VASCULARIZAȚIA GLANDELOR SALIVARE 216
5. INERVAȚIA GLANDELOR SALIVARE 217
6. SALIVA 219
6.1. Evenimente în procesul de formare a salivei 219
6.1.1. Sinteza componentelor proteice 219
6.1.2. Formarea fluidului salivar 220
6.2. Compoziția salivei 221
6.2.1. Elemente de natură organică 221
6.2.2. Elemente de natură anorganică 225
6.2.3. Factori care influențează secreția salivară 226
6.3. Reglarea secreției salivare 227
6.4. Interrelații farmacologice 228
6.5. Funcțiile salivei 229
6.5.1. Funcția protectivă (mecanică și antimicrobiană) 229
6.5.2. Funcția de tamponare 230

Scanned with OKEN Scanner

6.5.3. Funcţia digestivă 230
6.5.4. Funcţia excretorie 231
6.5.5. Funcţia de menţinere a integrităţii dintelui; activitatea anticarie 231
7. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE GLANDELOR SALIVARE 232

1. CONSIDERAŢII GENERALE

Glandele salivare formează un ansamblu de structuri localizate în relaţie cu cavitatea orală şi constituie fie **organe individualizate (glandele salivare majore)**, fie **grupe de elemente** incluse în histoarhitectonia buzelor, limbii, mucoasei alveolare, obrajilor, palatului şi planşeului gurii **(glandele salivare minore)**. Se încadrează în categoria glandelor exocrine, însă date recente indică posibila secreţie printr-un mecanism de tip endocrin a unor substanţe biologic active, de tipul factorilor de creştere (NGF, EGF).

Glandele salivare majore sunt reprezentate de trei organe pereche: glandele parotide, submandibulare/submaxilare şi sublinguale. Morfologic, au o structură tubulo-acinoasă ramificată compusă, constituită dintr-un sistem canalicular ramificat şi unităţi secretoare cu porţiuni atât tubulare cât şi acinoase (fig. 7.1.). În funcţie de modalitatea de producere a secreţiei, glandele salivare sunt glande de tip merocrin.

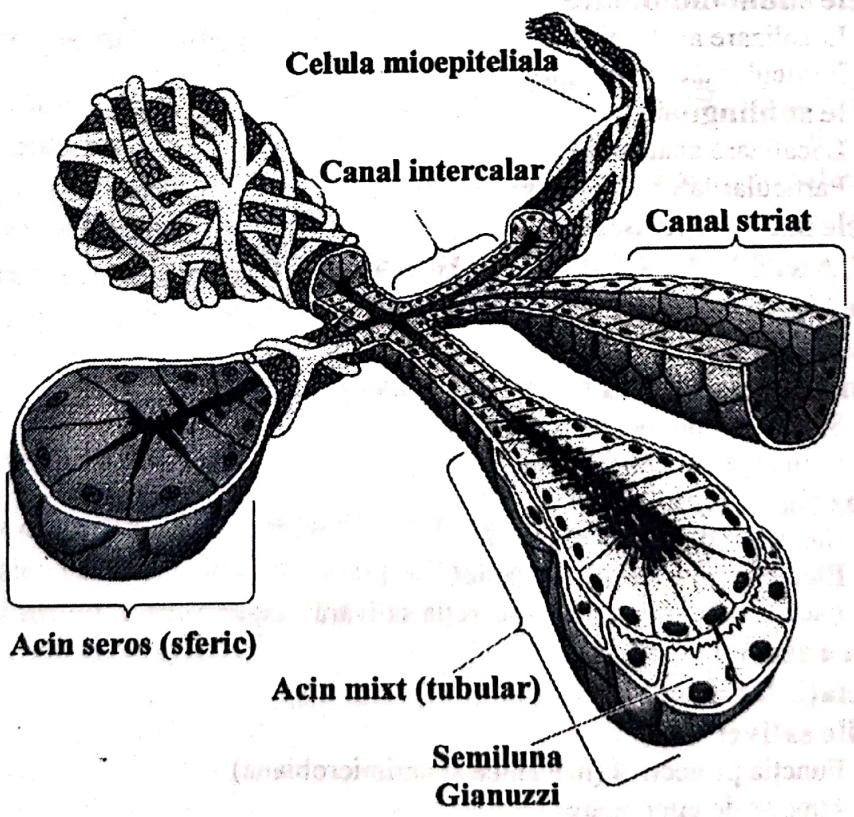


Fig. 7.1. Elemente histoarhitectonice în glandele salivare – adaptare după (Gartner, Hiatt, 1997).

Scanned with OKEN Scanner

Structural, sunt tapetate la exterior de o **capsulă** de ţesut conjunctiv semiordonat care trimite în interior septuri, compartimentând **parenchimul** în lobi şi lobuli. **Stroma** este formată din ţesut conjunctiv lax ancorat de septuri, care înconjură şi susţine elementele parenchimului şi conduce elementele vasculare şi nervoase. În fiecare lob se descrie o **componentă secretorie (acinară)** şi o **componentă excretorie (canaliculară)**; componenta excretorie se continuă interlobular, asigurând eliminarea produsului de secreţie – **saliva**. Structura glandelor este comparată cu un ciorchine de strugure, în care componenta excretorie, canaliculară, corespunde tijei şi codiţelor, iar componenta secretorie, acinară (compusă din 5-7 celule acinoase secretorii) – boabelor de strugure.

Saliva este un produs foarte complex din punct de vedere chimic, format prin participarea tuturor glandelor salivare (inclusiv cele minore). Funcţia principală a salivei constă în crearea şi menţinerea unui mediu umed la nivelul cavităţii orale, contribuind astfel la întreţinerea stării de sănătate a gurii.

2. STRUCTURA GLANDELOR SALIVARE

Glandele salivare sunt glande tubulo-acinoase compuse.

Reamintim că structural ele prezintă o **capsulă**, o **stromă** şi un **parenchim**, organizat dintr-o **componentă excretorie** (sistemul de canale) şi o **componentă secretorie** (sistemul de acini). Capsula de natură conjunctivă înconjoară şi sprijină sistemul secretor şi canalicular şi se extinde în interior, sub formă de septuri care compartimentează parenchimul în lobi şi lobuli. Stroma este reprezentată de ţesut conjunctiv lax, esenţial pentru suportul glandular şi conducerea elementelor nervoase, sanguine şi limfatice.

La nivelul parenchimului glandular matur este descris un turnover epitelial, bazat pe înlocuirea prin diviziune a celulelor acinoase, eliminate prin apoptoză.

2.1. COMPONENTA SECRETORIE

2.1.1. Piesa terminală secretorie/acinul

Componenta secretorie este reprezentată de **piesele terminale secretorii**, denumite clasic **acini**. Acestea prezintă aspecte extrem de variate, în raport cu dimensiunile, forma, numărul şi tipul (seros, mucos) de celule componente.

Există trei tipuri de piese terminale secretorii: de **tip seros** (acin seros, format numai din celule seroase), de **tip mucos** (acin mucos, format numai din celule mucoase) şi de **tip mixt** (acin mixt, format predominant din celule mucoase, alături de o zonă limitată de celule seroase, dispuse ca un capişon – semiluna Gianuzzi).

Forma unei piese terminale secretorii poate fi **circulară, sferică**, dacă celulele sunt de tip seros (fig. 7.2.), sau **tubulară**, dacă celulele sunt de tip mucos (fig. 7.3.). O terminologie recentă precizează faptul că piesa terminală

Scanned with OKEN Scanner

secretorie seroasă, de formă sferică, este un acin, iar piesa terminală secretorie mucoasă şi, respectiv, mixtă, de formă tubulară, este în fapt o unitate secretorie tubulară. Deoarece aceste denumiri sunt complicate, iar în secţiune histologică, oblică sau transversală, aspectul este aproximativ identic, se recomandă utilizarea denumirii de **acin sferic** pentru clasicul acin seros şi, respectiv, **acin tubular**, pentru clasicul acin mucos şi mixt.

Fig. 7.2. Acini seroşi – detaliu evidenţiind particularităţile morfologice ale celulelor componente (HE, x 100).

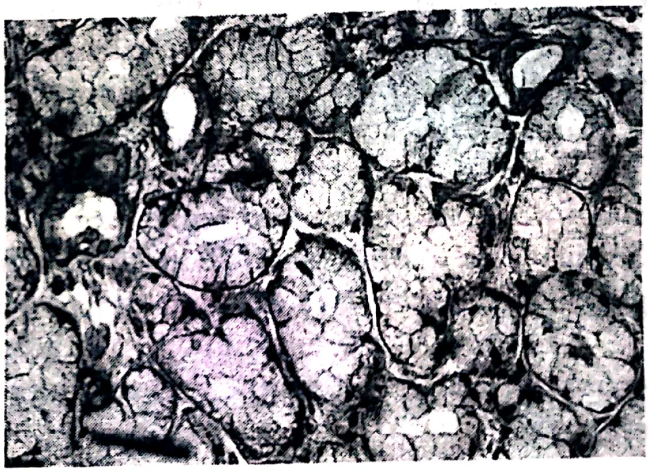


Fig. 7.3. Acini mucoşi – detaliu evidenţiind particularităţile morfologice ale celulelor componente (HE, x 400).

Celulele componente sunt aşezate pe o membrană bazală continuă, cu rol de eşafodaj. Ele delimitează prin polul lor apical un spaţiu central – lumenul; spaţiile intercelulare comunică direct cu lumenul, constituind în fapt punctul de plecare al sistemului canalicular. Celulele seroase conturează pentru **acinul sferic seros** un lumen mic şi stelat, iar celulele mucoase profilează pentru **acinul tubular mucos** un lumen mai mare, rotund/ovalar. Numărul şi distribuţia acestor celule variază de la o piesă terminală secretorie la altă, precum şi între diferitele tipuri de glande salivare. Deşi morfologic ele prezintă caracteristici diferite (inclusiv granulele de secreţie au densitate electronică diferită), procesul de sinteză şi secreţie este în esenţă acelaşi.

2.1.2. Celulele seroase

Celulele seroase au formă piramidală, cu polul bazal situat pe membrana bazală şi polul apical orientat spre lumen (fig. 7.4.). Citoplasma este intens

Scanned with OKEN Scanner

bazofilă, nucleul este sferic şi localizat în treimea bazală, iar în treimea apicală există granule secretorii eozinofile, cu diametru de 1 µm.

ME relevă prezenţa unui echipament bine reprezentat de organite celulare implicate în sinteza, stocarea şi secreţia proteinelor: RER în cantităţi mari, situat bazal şi lateral faţă de nucleu, dispus în aglomerări paralele, complex Golgi evident, localizat apical sau lateral faţă de nucleu, granule secretorii delimitate de membrană, mitocondrii în regiunile laterale şi bazale, lizozomi, ribozomi liberi, puţini peroxizomi, microfilamente şi microtubuli.

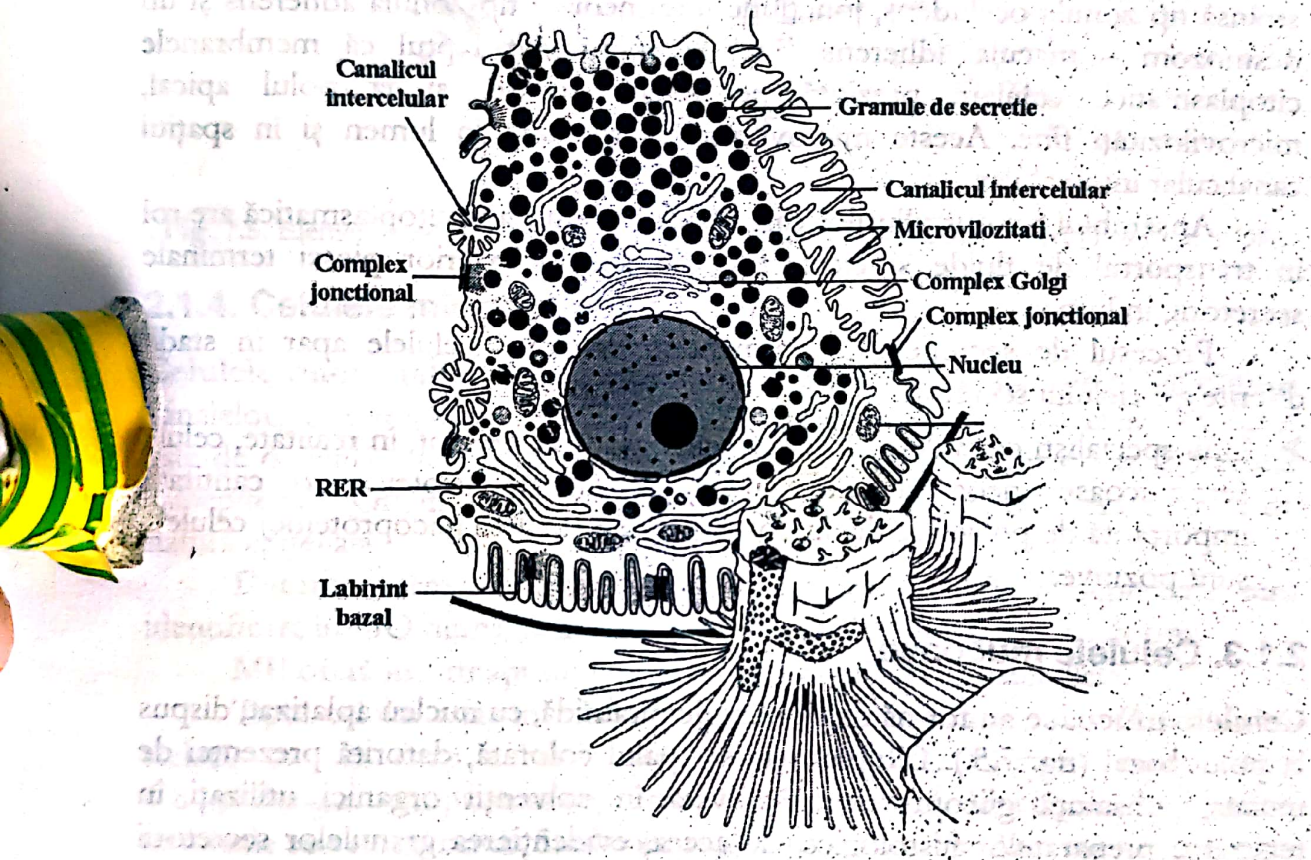


Fig. 7.4. Elemente morfologice la nivelul celulei seroase – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Tot ME evidenţiază zona dintre membrana citoplasmatică a polului bazal şi membrana bazală care înconjură acinul sferic: la acest nivel este fie o relaţie strânsă, continuă, sau, dacă în celulă nu este depozitată o cantitate importantă de granule secretorii, se creează un spaţiu larg de pliuri complexe ale membranei citoplasmatice.

Uneori (în celulele seroase ale glandei submandibulare), membrana citoplasmatică bazală prezintă o specializare sub forma unor expansiuni, ca nişte pliuri înguste şi înalte care depăşesc zona bazală a celulei, se insinuează în zonele laterale şi vin în contact cu zone înfundate dintre pliurile membranelor citoplasmatice ale celulelor adiacente; datorită acestor specializări, în literatura de specialitate, celulele, văzute de deasupra, sunt comparate cu "stele cu mai multe colţuri". Prin prezenţa acestui sistem de falduri/pliuri, dimensiunile zonei celulare bazale cresc de 60 de ori.

Scanned with OKEN Scanner

Între membranele citoplasmatice laterale ale celulelor adiacente există un spaţiu intercelular bine definit, care stabileşte legătura cu lumenul piesei terminale secretorii. Acest spaţiu are caracterul unui canalicul, cu o traiectorie într-un model de serpentină şi se poate extinde pînă aproape de membrana bazală care înconjură acinul.

Pe parcursul acestui canalicul, membranele celulare adiacente pot comunica punctiform, prin joncţiuni desmozomale sau gap; la capătul terminal al canaliculului apare un complex joncţional de tip clasic, format din: joncţiune strânsă tip zonula occludens, joncţiune intermediară tip zonula adherens şi un desmozom – macula adherens. Trebuie menţionat faptul că membranele citoplasmatice celulare prezintă pe feţele laterale, şi la polul apical, microvilozităţi fine. Aceste microvilozităţi proemină în lumen şi în spaţiul canalicular intercelular.

Ansamblul tuturor pliurilor care apar pe membrana citoplasmatică are rol în transportul de fluide şi electroliţi, din spaţiul exterior piesei terminale secretorii, în lumen.

Procesul de secreţie este permanent, de aceea celulele apar în stadii diferite ale ciclului secretor.

➢ Unii specialişti consideră că celulele seroase sunt de fapt, în realitate, celule seromucoase, deoarece ele secretă, alături de proteine, o cantitate importantă de polizaharide; în coloraţia PAS (pentru glicoproteine) celulele sunt pozitive.

2.1.3. Celulele mucoase

Celulele mucoase au formă de trunchi de piramidă, cu nucleu aplatizat, dispus la polul bazal (fig. 7.5.). Citoplasma este palid colorată, datorită prezenţei de mucus, substanţă glicoproteică dizolvată în solvenţii organici utilizaţi în realizarea preparatelor histologice; de aceea, evidenţierea granulelor secretorii existente la acest nivel implică realizarea de coloraţii speciale (PAS, mucicarmin).

În ME se observă acelaşi echipament de organite celulare ca şi la celulele seroase, dar mitocondriile şi RER sunt reduse, în schimb apare un complex Golgi mai proeminent, reflectând un metabolism glicoproteic mai accentuat şi, consecutiv, un component carbohidrat mai important în produsul final de secreţie. Granulele secretorii abundente, de dimensiuni mari, au caracter de "picături" şi sunt localizate în citoplasma apicală.

Aspectul celulei se modifică în funcţie de faza secretorie, respectiv fază de repaus. În repaus, organitele celulare, inclusiv RER, sunt mai reduse comparativ cu celulele seroase (în repaus), fiind localizate preferenţial în treimea bazală şi în zonele laterale.

Canaliculii intercelulari, comunicanţi cu lumenul, precum şi sistemul de pliuri realizat între celulele adiacente, prin participarea membranei citoplasmatice, sunt mai puţin extensive comparativ cu celulele seroase.

Scanned with OKEN Scanner

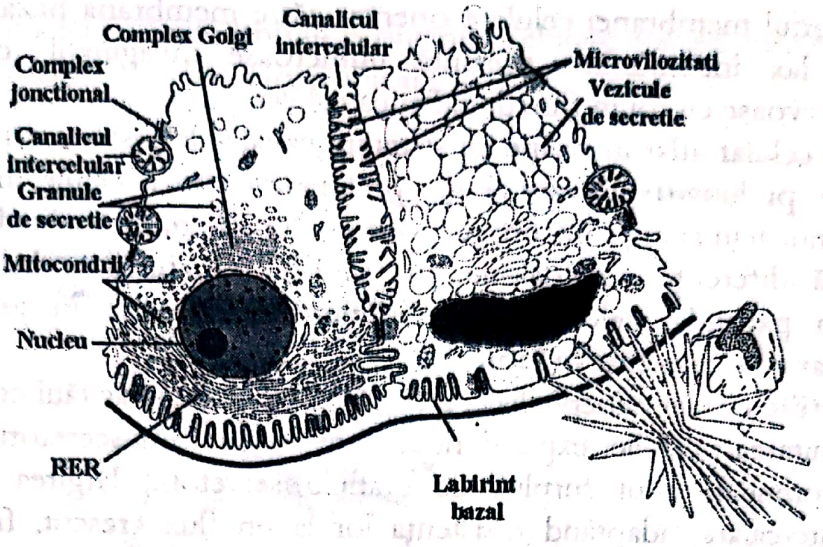


Fig. 7.5. Elemente morfologice la nivelul celulei mucoase – adaptare după (Ten Cate, 1998).

2.1.4. Celulele mioepiteliale

Celulele mioepiteliale sunt localizate adiacent pieselor terminale secretorii şi canalelor, între membrana bazală şi membrana citoplasmatică bazală. Raportul este de o celulă mioepitelială la un acin, însă uneori pot fi prezente 2-3 celule mioepiteliale. Originea lor nu este exact stabilită, dar se consideră că sunt de natură epitelială.

Datorită formei şi poziţiei pe care o au, celulele mioepiteliale sunt identificate în MO numai prin intermediul nucleilor, aplatizaţi, fuziformi.

ME oferă informaţii suplimentare asupra celulei mioepiteliale.

Tipul celular aflat în relaţie cu piesele terminale are o formă ramificată stelată, cu un corp celular care conţine nucleul. Corpul celular emite 4-8 prelungiri citoplasmatice, care înconjură axul longitudinal al piesei terminale secretorii, celula fiind comparată cu o caracatiţă. Din aceste prelungiri primare pornesc alte prelungiri mai fine, mai subţiri, astfel încât întreaga unitate secretorie este înconjurată şi susţinută de celula mioepitelială, motiv pentru care aceasta este denumită şi celulă "în coşuleţ". ME evidenţiază prezenţa de organite celulare comune, dispuse predominant perinuclear.

Între celula mioepitelială şi celulele acinoase sunt stabilite **joncţiuni** de tip desmozomi, care conferă stabilitate structurii, în stare de repaus, sau în contracţie.

Citoplasma de la nivelul prelungirilor celulare conţine microfilamente (miofilamente de actină şi miozină, cu dispoziţie paralelă); din acest motiv, citoplasma prezintă zone filamentoase şi nonfilamentoase; uneori, microfilamentele formează agregate, cu aspect de corpuri întunecate dispuse în lungul prelungirii.

Microfilamentele, corpurile întunecate şi joncţiunile desmozomale reprezintă elemente structurale similare cu cele existente în celulele musculare netede, fapt care justifică capacitatea contractilă şi funcţiile în legătură cu aceasta.

Scanned with OKEN Scanner

Teritoriul membranei celulare orientat către membrana bazală şi ţesutul conjunctiv lax înconjurător prezintă numeroase invaginaţii, care conţin elemente nervoase cu rol în funcţionalitatea celulei.

Tipul celular aflat în relaţie cu sistemul canalicular este mai fuziform, cu mai puţine prelungiri. Uneori însă, prelungirile unei celule mioepiteliale adiacente unui acin ajung şi înconjură porţiuni din sistemul canalicular apropiat.

Există diferenţe morfologice în celulele mioepiteliale între glandele salivare. La parotidă, celulele mioepiteliale sunt absente în jurul acinilor terminali, dar sunt prezente în jurul canalelor intercalare.

Funcţiile celulei mioepiteliale, realizabile datorită capacităţii contractile, ar putea fi: limitarea posibilei expansiuni excesive a celulelor secretorii în sinteză, datorată acumulării unui surplus de granule secretorii; lărgirea diametrului canalelor intercalare, adaptând rezistenţa lor la un flux crescut; fragmentarea celulelor secretorii de tip mucos, pline cu produşi de secreţie; stimularea mişcării produşilor de secreţie, din lumenul acinilor în sistemul excretor şi, consecutiv, în cavitatea orală (prelungirile citoplasmatice "storc" secreţia din acini şi canale).

2.2. COMPONENTA EXCRETORIE

În procesul de dezvoltare a glandelor salivare, **canalul excretor principal, terminal**, se ramifică progresiv într-o serie de canale mai mici, denumite **canale striate**, care dau naştere la canale şi mai mici – **canale intercalare**, care se deschid la nivelul pieselor terminale secretorii, formând o serie de canaliculi tapetaţi de microvilozităţi, dispuşi printre celulele secretorii acinare.

Astfel, **sistemul canalicular** este format din trei tipuri de canale: **intercalare (Boll), striate (Pflüger)** şi **terminale**. Canalele intercalare şi striate sunt considerate **canale intralobulare** (fig. 7.6.), canalele striate se unesc şi formează canale cu un diametru mai mare – **interlobulare** sau **extralobulare**, care apoi vor conflua în canale **interlobare**, din care rezultă canalele terminale.

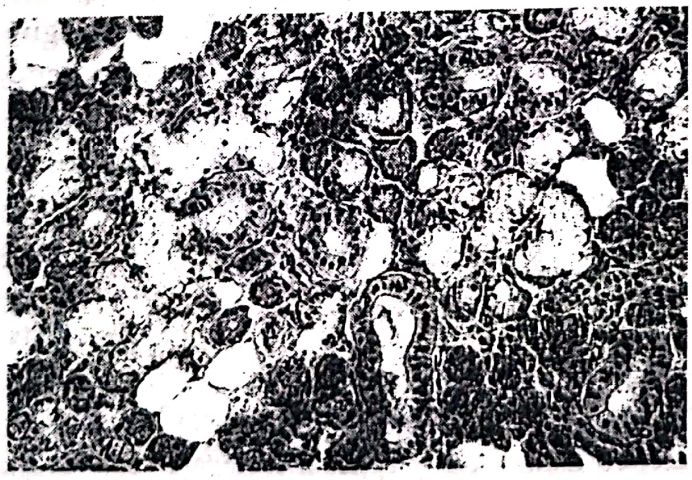


Fig. 7.6. Imagine de ansamblu la nivelul unui lobul: canale intercalare şi striate dispuse printre unităţile secretorii (HE, x 100).

2.2.1 Canalele intercalare

Canalele intercalare, elementul cel mai distal al sistemului excretor intralobular, sunt tapetate de un epiteliu simplu cubic. Celulele au relativ puţină

Scanned with OKEN Scanner

citoplasmă, nuclei rotunzi centrali şi organite celulare reduse: câteva profile de RER dispuse bazal şi aparat Golgi apical (fig. 7.7.).

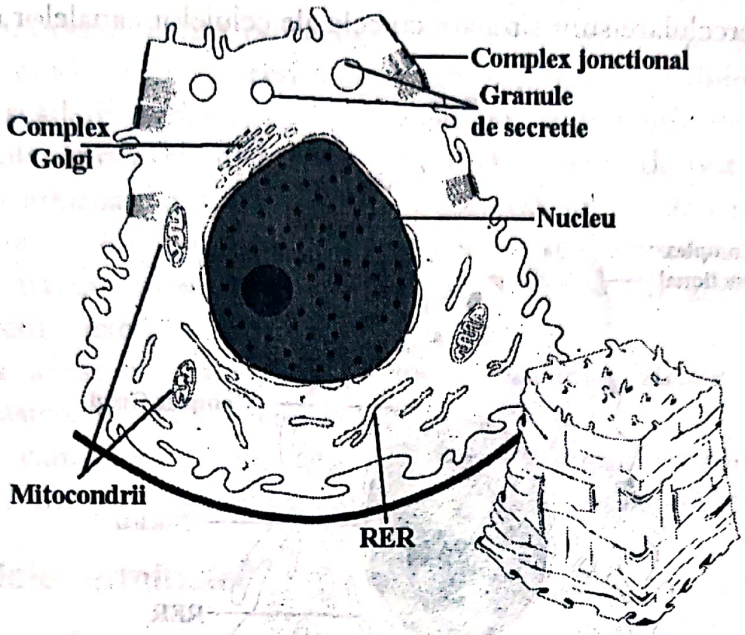


Fig. 7.7. Elemente morfologice la nivelul celulei din canalul intercalar – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Ocazional, în zonele de lângă piesele secretorii terminale, citoplasma celulară poate conţine granule secretorii. Polul apical prezintă microvilozităţi delicate; membrane celulare laterale formează interdigitaţii între celulele adiacente. Joncţiunile intercelulare sunt reprezentate de complexe strânse apicale, sub care există, din loc în loc, joncţiuni desmozomale. La acest nivel există celule mioepiteliale.

Funcţia îndeplinită de aceste canale nu este complet elucidată. Ele nu prezintă o organizare structurală suficientă pentru transportul electroliţilor; în citoplasma celulară există însă granule de zimogen, care se pare că modifică uşor compoziţia salivară.

2.2.2. Canalele striate

Canalele striate constituie continuarea canalelor intercalare, realizând legătura cu canalele terminale (fig. 7.6.). Sunt tapetate de un epiteliu simplu prismatic, cu celule înalte, având citoplasmă intens eozinofilă distinctă şi nuclei ovali, centrali (fig. 7.8.). Citoplasma prezintă, în treimea bazală, striaţii evidente.

ME identifică, în zona bazală corespunzătoare striaţiilor, plisarea accentuată a membranei citoplasmatice celulare, care determină o importantă creştere a ariei de suprafaţă; la acest nivel, în structura labirintului bazal se găsesc numeroase mitocondrii, dispuse în axul longitudinal dintre pliuri. Alte organite celulare, în afara mitocondriilor, sunt modest reprezentate: RER şi aparat Golgi perinuclear, vezicule dispersate, REN, ribozomi liberi şi lizozomi apical. Pe marginile laterale ale celulelor, membrana citoplasmatică realizează

Scanned with OKEN Scanner

prelungiri citoplasmatice primare, din care emit prelungiri mai mici, mai fine. Aceste prelungiri laterale se interpătrund cu cele adiacente (de la celulele vecine). Polul apical se caracterizează printr-o serie de microvilozităţi scurte şi groase. Joncţiunile intercelulare sunt similare cu cele ale celulelor canalelor intercalare.

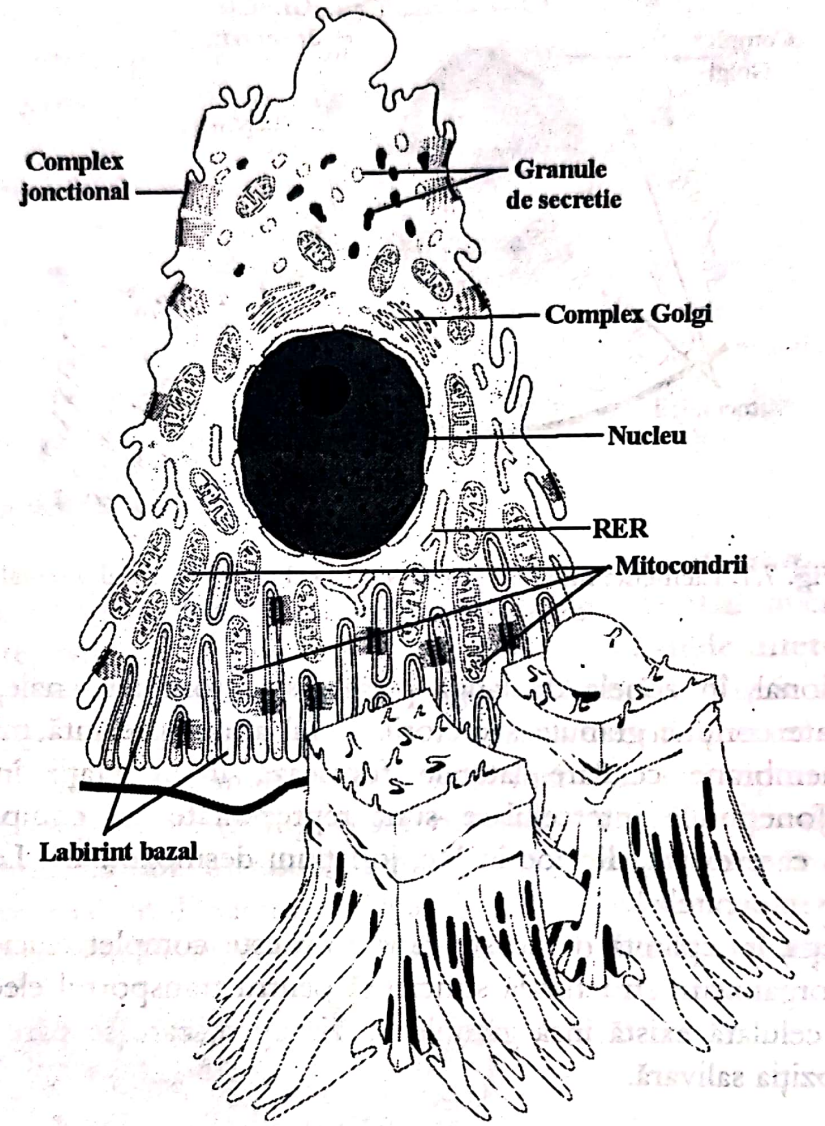


Fig. 7.8. Elemente morfologice la nivelul celulei din canalul striat – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Uneori, aspectul celulelor nu este uniform: apar celule întunecate, cu citoplasma extrem de bogată în mitocondrii, celule bazale mici, dispersate printre celulele cilindrice, sau celule clare (fie de tip macrofag, fie de tip limfocit).

În exteriorul membranei bazale delimitante, în ţesutul conjunctiv lax adiacent există numeroase vase sanguine de calibru mic, cu dispoziţie longitudinală.

Funcţia canalelor striate este de a modifica produsul de secreţie pe care îl conduc. Celulele sunt specializate pentru reabsorbţia sodiului şi eliminarea potasiului (procese dependente şi de modificările hormonilor steroizi corticosuprarenalieni, în principal aldosteronul), membranele celulare bazolaterale conţinând ATP-ază sodiu-dependentă. Reabsorbţia activă a

Scanned with OKEN Scanner

sodiului din secreţia acinară primară modifică osmolaritatea salivei, care devine din izotonă, hipotonă. Labirintul bazal de pliuri, împreună cu mitocondriile asociate, se consideră că reflectă capacitatea de pompare a sodiului prin polul bazal al celulei. Sodiul, extras din celulă, trece în fluidul tisular şi determină la acest nivel un gradient de concentraţie situat între celulă şi fluidul din lumen. Ca urmare a scăderii concentraţiei intracelulare, sodiul difuzează din fluidul luminal în celule; concomitent are loc un transport activ de potasiu în direcţie opusă; ionii bicarbonat sunt, de asemenea, secretaţi activ. Deoarece în condiţii normale de flux celulele canalului striat nu absorb apa, aceste modificări ionice determină formarea unei soluţii hipotonice. Ulterior, în acest proces este implicat şi sistemul excretor terminal.

Datorită acestor caracteristici, celulele canalelor striate sunt similare, funcţional şi histologic, cu celulele tubului distal renal.

Funcţia canalelor striate este influenţată de aldosteron, care creşte reabsorbţia sodiului şi de hormonul antidiuretic, care modelează reabsorbţia apei.

2.2.3. Canalele terminale

Canalele terminale constituie porţiunea terminală a sistemului excretor.

Ele prezintă o serie de variaţii structurale, în raport cu poziţia. În porţiunea lor iniţială, lângă canalele striate, prezintă fie un epiteliu bistratificat cubic (fig. 7.9.), fie un epiteliu pseudostratificat cu celule prismatice înalte şi celule bazale mici, printre care apar celule caliciforme. În porţiunea lor finală, lângă cavitatea orală, epiteliul este de tip stratificat pavimentos, continuându-se cu epiteliul cavităţii orale, la nivelul orificiului ductal. În plus, pot fi observate, intercalate, celule intens eozinofile, cu un bogat conţinut mitocondrial, denumite oncocite; ele apar cu predilecţie în glandele salivare de tip mucos; se pare că reprezintă o transformare în relaţie cu procesul de îmbătrânire.

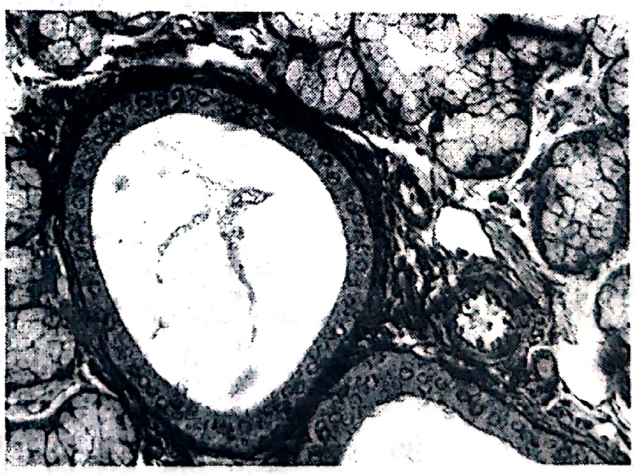


Fig. 7.9. Canale interlobulare – detaliu pentru epiteliul bistratificat cubic (HE, x 400).

Funcţional, la acest nivel are loc modificarea salivei finale, prin schimbarea concentraţiei de electroliţi, dar celulele de tapetare ductală sunt mai puţin eficiente decât cele ale canalelor striate; saliva este hipotonă şi i se adaugă un component mucoid.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. STROMA GLANDELOR SALIVARE

Stroma glandelor salivare este formată dintr-un **ţesut conjunctiv** asemănător cu orice ţesut conjunctiv din organism. Ţesutul conjunctiv este de **tip lax**, conţine substanţă fundamentală (formată din glicoproteine şi proteoglicani), fibre de colagen şi celule proprii şi migrate. Rolul de susţinere a parenchimului este realizat prin dispoziţia sa: elementele ţesutului conjunctiv înconjură canalele şi acinii.

Dintre celulele componente, un rol deosebit revine plasmocitelor derivate din limfocitele B, care secretă Ig (în principal IgA). IgA sunt legate de proteinele care previn proteoliza şi acest complex este eliberat în cavitatea orală, conferind protecţie împotriva patogenilor bacterieni, virali sau de altă natură.

3. TIPURI DE GLANDE SALIVARE

Glandele salivare sunt clasificate în majore şi minore. După cum s-a precizat anterior, **glandele salivare majore** sunt localizate în afara cavităţii orale, cu care comunică prin canale excretorii mari şi produc cea mai mare parte din cei 0,5-0,75 litri de salivă/zi. Există **3 perechi** de glande salivare majore: **parotida, submandibulara/submaxilara** şi **sublinguala**.

Glandele salivare minore sunt incluse în structura diferitelor regiuni ale cavităţii orale, denumirea lor indicând localizarea; există astfel glande salivare **bucale, labiale, linguale, palatine** şi **glosopalatine**.

Glandele salivare pot fi clasificate şi în raport de **tipul secreţiei** realizate, strict dependentă de **tipul celular component**. După acest criteriu, glandele sunt de **tip seros, mucos** sau **mixt**. Secreţia seroasă conţine apă, enzime (în principal amilază salivară şi maltază) şi o varietate de săruri şi ioni anorganici. Secreţia mucoasă produce mucină/mucus, care acţionează ca un lubrifiant pentru a ajuta masticaţia, deglutiţia şi digestia. Secreţia seroasă intervine alături de secreţia mucoasă în procesul de masticaţie şi în eliminarea reziduurilor din cavitatea orală, iar rolul său în iniţierea digestiei carbohidraţilor este minim, datorită intervalului de timp scurt dintre formarea bolului alimentar şi ajungerea acestuia, prin esofag, în stomac.

În categoria glandelor salivare majore, glandele submandibulare şi sublinguale sunt glande de tip mixt, iar glandele parotide sunt glande de tip seros pur. Din ansamblul glandelor salivare minore, glandele palatine şi glandele linguale posterioare sunt de tip mucos pur, glandele linguale asociate papilelor circumvalate (glande von Ebner) sunt de tip seros, iar glandele linguale anterioare şi bucale sunt de tip mixt, dar predominant mucos; glandele labiale, considerate mult timp de tip mixt, sunt mai recent încadrate în clasa celor de tip mucos.

3.1. GLANDELE PAROTIDE

Glandele parotide au formă piramidală şi greutate de 14-28 g; sunt cele mai mari glande salivare, asigurând 20-30% din totalul volumului de salivă. Cu toate

Scanned with OKEN Scanner

că este considerată o **glandă tubulo-acinoasă seroasă pură**, produsul de secreţie are şi un caracter mucos. La acest nivel se elaborează una dintre enzimele conţinute de salivă – ptialina, şi apare o înaltă concentraţie de IgA secretorie.

3.1.1. Localizare anatomică

Glanda parotidă este localizată în şanţul dintre mandibulă şi muşchiul sternocleidomastoidian, anterior urechii şi proeminenţei mastoidiene, inferior faţă de arcul zigomatic, lateral şi posterior faţă de ramul mandibulei şi pe suprafaţa muşchiului maseter. Adiacent sunt situaţi nervul facial, artera carotidă externă, venele temporale superficiale şi maxilare, precum şi numeroşi limfoganglioni cervicali; artera carotidă externă pătrunde în glandă, unde se divide în ramurile sale terminale; nervul VII facial penetrează glanda, ramificându-se în apropierea marginii anterioare. **Canalul principal terminal (Stensen)** se extinde de pe suprafaţa laterală a glandei, anterior peste muşchiul maseter şi bula lui Bichat; la limita anterioară a maseterului, canalul se îndoaie medial în unghi drept, pătrunzând prin bula lui Bichat şi prin muşchiul buccinator, pentru a se deschide în cavitatea orală, într-o papilă opusă faţă de coroana molarului doi maxilar. Canalul are 5 cm lungime, 3 mm diametru interior, peretele conţinând şi fibre musculare netede, alături de un ţesut conjunctiv fibros.

3.1.2. Particularităţi histologice

Structura glandei parotide respectă planul general de organizare a glandelor salivare: **capsulă, stromă, parenchim** (fig. 7.10.).

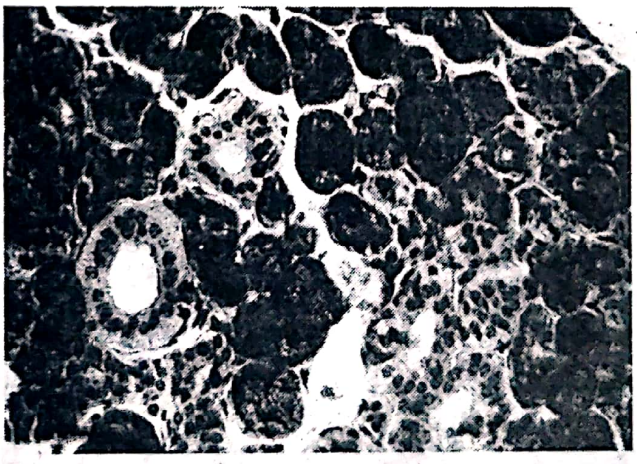


Fig. 7.10. Glandă parotidă – histoarhitectonie la nivelul unui lobul; componentă secretorie şi excretorie (HE, x 400).

Componenta secretorie este formată din **acini sferici de tip seros**. Celulele seroase conţin în citoplasma apicală granule secretorii care în ME au un aspect electrondens, cu un miez central mai intens, a cărui structură este incertă.

Canalele intercalare sunt extrem de numeroase şi elongate, dispuse printre acinii sferici seroşi, uneori "mascate" de dispoziţia aglomerată a acestora. **Canalele striate** sunt uşor de recunoscut datorită citoplasmei celulare

Scanned with OKEN Scanner

intens eozinofile, ceea ce face ca să fie comparate cu "coliere roz", care traversează lobulii. Odată cu înaintarea în vârstă, în ţesutul conjunctiv al stromei apar numeroase adipocite.

Consideraţii clinice

Parotidectomia parţială sau completă, posibil necesară în cazul unei tumori de glandă parotidă, este o intervenţie chirurgicală dificilă, datorită raportului strâns dintre glandă şi nervul facial. Localizarea anatomică a glandei, adiacent mandibulei, determină apariţia durerii în masticaţie, în bolile inflamatorii glandulare (oreion).

3.2. GLANDELE SUBMANDIBULARE

Glandele submandibulare au o formă neregulată, de "nucă" şi greutate de 10-15 g; produc 60-65% din totalul volumului de salivă.

3.2.1. Localizare anatomică

Glanda submandibulară este localizată pe regiunea posterioară a planşeului gurii, medial şi sub parţiala acoperire a mandibulei, strâns asociată cu muşchiul milohioidian şi pterigoidian medial, cu limfoganglioni submandibulari şi cu arterele şi venele faciale. O porţiune inferioară, superficială, vine în contact cu pielea şi cu muşchiul platysma. **Canalul principal terminal (Wharton)** se extinde anterior în planşeul gurii; străbate iniţial porţiunea superficială a glandei, apoi trece pe sub porţiunea profundă, printre muşchii milohioidian şi hioglos, şi, în final, printre glandă şi muşchiul genioglos pentru a se deschide în cavitatea orală, în papila sublinguală, alături de frenul lingual; canalul are 5 cm lungime.

3.2.2. Particularităţi histologice

Structura glandei submandibulare se înscrie în histoarhitectonia comună glandelor salivare: **capsulă, stromă, parenchim** (fig. 7.11.).

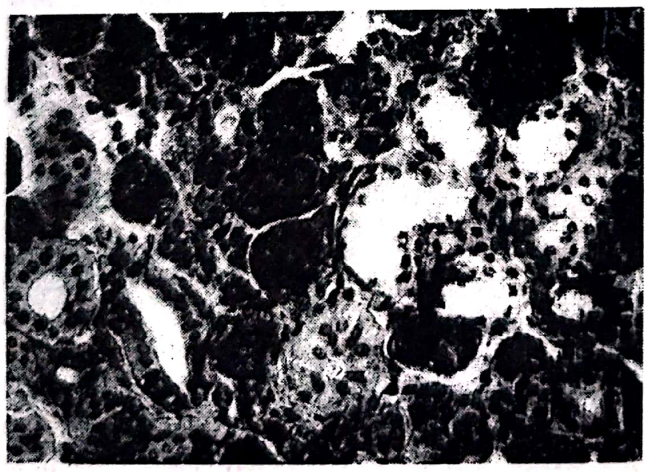


Fig. 7.11. Glandă submandibulară – histoarhitectonie la nivelul unui lobul; componentă secretorie şi excretorie (HE, x 400).

Componenta secretorie este formată din **acini sferici de tip seros** în procent de 80%, restul de 20% fiind **acini tubulari de tip mucos** şi **mixt**. Granulele secretorii conţinute de celulele seroase au în ME acelaşi aspect ca în celulele seroase ale parotidei.

Scanned with OKEN Scanner

Canalele intercalare sunt mai scurte în glanda submandibulară, comparativ cu parotida, motiv pentru care sunt mai dificil de observat în secţiunile histologice. **Canalele striate** sunt bine dezvoltate şi mai lungi, comparativ cu glandele parotide şi sublinguale. În ţesutul conjunctiv al stromei există, în afara fibrelor de colagen, fibre de oxitalan în zonele de susţinere ale acinilor tubulari de tip mucos şi în jurul canalelor intercalare şi striate cu diametru relativ mic, precum şi fibre elastice, adiacente canalelor interlobulare mai mari.

3.3. GLANDELE SUBLINGUALE

Glandele sublinguale au formă de migdală, greutate de 2-3 g şi produc 2-5% din totalul volumului de salivă. Deşi sunt cele mai mici glande salivare majore, prezintă cel mai mare grad de variabilitate structurală. Saliva produsă are caracter predominant mucos.

3.3.1. Localizare anatomică

Glanda sublinguală este localizată sub mucoasa orală care tapetează planşeul cavităţii orale, de ambele părţi ale limbii; este situată pe muşchiul milohioid, cu mandibula în lateral şi muşchiul genioglos medial.

Canalul principal terminal (Bartholin) se poate uni cu canalul Wharton sau se poate deschide separat în cavitatea orală, la nivelul unei papile separate; există, suplimentar, şi numeroase **canale sublinguale mai mici (Rivinus)** care se pot uni, la rândul lor, cu canalul Wharton sau se pot deschide separat în planşeul cavităţii bucale, de ambele părţi ale limbii, într-un pliu sublingual ridicat.

Uneori, zone ale glandelor sublinguale şi submandibulare umane se pot interpătrunde, rezultând astfel un complex submandibular – sublingual, vizibil macroscopic.

3.3.2. Particularităţi histologice

Glanda sublinguală nu are o capsulă distinctă, comparativ cu celelalte două glande salivare majore. Structural, este constituită dintr-o formaţiune mai mare, la care se ataşează un ansamblu de glande mai mici.

Componenta secretorie prezintă, ca şi în glanda submandibulară, **acini sferici seroşi** şi **acini tubulari mucoşi** şi **micşti**. Celulele mucoase sunt predominante. Celulele seroase prezintă granule secretorii diferite în ME de granulele celorlalte două glande salivare majore, fiind lipsite de miezul electrondens.

Canalele intercalare şi cele **striate** sunt fie extrem de scurte, fie absente, fiind astfel greu de identificat pe preparatele histologice.

3.4. GLANDELE SALIVARE MINORE

Glandele salivare minore sunt extrem de numeroase, numărul lor fiind cuprins între 600-1.000. Ele nu realizează organe individualizate, încapsulate, ci

Scanned with OKEN Scanner

apar ca mase discrete, mici, localizate în lamina propria a mucoasei sau în submucoasa cavităţii orale, în toate regiunile cu excepţia gingiei şi a zonei anterioare a palatului dur. În jurul canalelor, frecvent sunt observate aglomerări bine delimitate de limfocite, probabil cu rol de supraveghere imunologică a teritoriului oral. În stromă sunt prezente şi fibre de oxitalan, în special pentru glandele de tip mucos şi mixt.

- **Glandele seroase von Ebner** sunt prezente sub şanţurile care înconjură papilele circumvalate (canalele se deschid la nivelul şanţurilor) şi în papilele foliate ale limbii. Sunt glande de tip seros.
- **Glandele linguale anterioare** sunt reprezentate de două grupuri neregulate, localizate pe suprafaţa ventrală a limbii, de ambele părţi ale frenului. Prezintă mai multe canale care se deschid la nivelul mucoasei suprajacente. Sunt glande de tip mixt, predominant mucos.
- **Glandele linguale posterioare, bucale, labiale şi palatine** sunt agregate glandulare, diseminate pe suprafaţa limbii, în interiorul buzelor, obrajilor şi a mucoasei palatine. Glandele linguale posterioare şi glandele palatine au o componentă secretorie formată exclusiv din acini tubulari mucoşi (glande mucoase pure), în timp ce glandele bucale şi labiale au o componentă secretorie formată din toate tipurile de acini (glande mixte, predominant mucoase).

Canalele lor sunt în general scurte. Un înalt pleomorfism structural caracterizează canalele glandelor labiale şi palatine (din palatul moale), sub raportul dispoziţiei, localizării şi dimensiunilor. În glandele palatine, canalele intercalare sunt de obicei incluse în septurile de ţesut conjunctiv, lungi şi foarte spiralate; epiteliul lor include celule cubice, celule sintetizante de mucus şi celule mioepiteliale.

Secreţia acestor glande, care vine în contact cu dintele şi cu suprafaţa mucoasei orale, este bogată în glicoproteine, cu un înalt conţinut de IgA secretorie şi intervine în formarea peliculei dobândite.

4. VASCULARIZAŢIA GLANDELOR SALIVARE

Vascularizaţia arterială a glandelor salivare este foarte bine reprezentată. Pentru **glanda parotidă**, ea derivă din **artera facială** şi **artera carotidă externă**; pentru **glanda submandibulară** – din **artera facială** şi **artera linguală**, iar pentru **glanda sublinguală** – din **artera sublinguală** şi **artera submentonieră**.

Odată pătrunse în glande, arterele se ramifică formând numeroase arteriole. Fluxul sanguin se orientează de-a lungul septurilor conjunctive, pătrunzând în parenchim; direcţia urmată este paralelă, dar în sens opus fluxului salivar. Arteriolele se ramifică, rezultând în final un **sistem capilar** dispus în special în jurul canalelor striate. În jurul acinilor, capilarele, provenind din terminaţiile vasculare responsabile de irigarea canalelor striate şi intercalare, sunt mai larg dispersate şi organizează un ansamblu de arcade arteriale.

Scanned with OKEN Scanner

Organizarea sistemului de capilare arteriale, extrem de bogat în apropierea canalelor striate, susţinând transferurile ionice necesare definitivării compoziţiei salivei şi mai slab reprezentat periacinar subliniază diferenţele funcţionale dintre componentele parenchimului glandular.

Vascularizaţia de tip venos este asigurată de **venule** şi **vene** mai mari, care drenează spre periferie, toate confluând în vena jugulară externă. Unii specialişti descriu un sistem vascular de tip portal la nivelul glandelor; în cadrul acestuia, se pare că vascularizaţia de tip arterial asigură întâi irigarea canalelor, prin capilare care ulterior se unesc formând un vas de tip portal, care ulterior se va ramifica, rezultând alte capilare, localizate în jurul acinilor. Alţi specialişti descriu existenţa de anastomoze arteriovenoase adiacente acinilor.

5. INERVAŢIA GLANDELOR SALIVARE

Inervaţia glandelor salivare este asigurată în principal de **nervi autonomi simpatici** şi **parasimpatici** – fibre nervoase postganglionare autonome, secretomotorii, de tip simpatic şi parasimpatic, existând însă variaţii între specii, între glande, şi chiar între diferitele tipuri celulare ale aceleiaşi glande.

Fibrele simpatice pleacă din regiunea toracolombară a măduvei spinării, sinapsează prima dată în ganglionul cervical superior şi urmează traiectul vaselor sanguine pentru a ajunge la glandele salivare. Aceste fibre sunt de două feluri: vasculare (în principal vasoconstrictive) şi simpatice de tip secretor.

Fibrele parasimpatice au originea în nucleii salivari superiori şi inferiori din trunchiul cerebral şi sinapsează într-un ganglion din apropierea glandei. Pentru **glanda parotidă**, fibrele preganglionare urmează traiectul nervului glosofaringian către ganglionul otic unde fac sinapsă. De la ganglion, fibrele postganglionare urmează traiectoria nervului auriculotemporal, cu care pătrund în glandă. Inervaţia parasimpatică a **glandelor submandibulare** şi **sublinguale** îşi are originea în nucleul salivar superior. Traiectoria fibrelor urmează nervul facial, via coarda timpanului (preganglionar) până la ganglionul submandibular, unde fac sinapsă. După ce sinapsează, fibrele postganglionare inervează glanda.

Există însă şi **alte căi secretomotorii**. De exemplu, secţionarea nervului glosofaringian scade deopotrivă secreţia glandelor submandibulare, sublinguale şi parotide, în timp ce secţionarea nervului coarda timpanului determină şi scăderea secreţiei glandei parotide. În plus, pentru glandele submandibulare şi sublinguale s-au găsit filete nervoase şi în nervul hipoglos şi ramul cervical al nervului facial.

Odată pătrunse în glandele salivare, elementele nervoase se ramifică urmând dispoziţia septurilor şi a ţesutului conjunctiv interstiţial intralobular şi formează în final un **plex nervos** adiacent elementelor secretorii şi excretorii ale parenchimului.

De la nivelul plexului, fibrele nervoase, care au devenit de tip amielinic, sunt orientate către celulele secretorii acinare, celulele mioepiteliale, celulele

Scanned with OKEN Scanner

ductale şi către elementele vasculare de tip arteriolar. Pentru sistemul canalicular, fibrele nervoase sunt menţinute la nivelul ţesutului conjunctiv.

Există unele dovezi că celule individuale acinoase, mioepiteliale şi ductale pot primi o **inervaţie autonomă dublă**, de **tip simpatic** şi **parasimpatic.** Stimularea de tip parasimpatic produce o secreţie apoasă intensă, în timp ce stimularea de tip simpatic produce o salivă mucoasă groasă, densă, mai redusă ca volum. **Sistemul nervos parasimpatic** este însă **principalul reglator nervos** al funcţiei glandei salivare. Specialiştii consideră că diferenţele de specie şi de glandă, dificultăţile în izolarea sau includerea tuturor fibrelor simpatice în experimentele de stimulare şi diversitatea neurotransmiţătorilor simpatici fac dificilă identificarea rolului precis al fibrelor nervoase simpatice în procesul secretor.

Conform datelor recente din literatura de specialitate, există **două modele** diferite de inervaţie, **modelul epilemal** şi **modelul hipolemal.**

- În cadrul **inervaţiei epilemale**, axonii sunt localizaţi în ţesutul conjunctiv interstiţial şi, când ajung în apropierea unei celule secretorii, ei pierd celulele Schwann de acoperire iar în citoplasmă apar numeroase vezicule conţinând neurotransmiţători. Se pare că o cantitate mică de neurotransmiţător este eliberată în momentul în care apare un impuls nervos; în urma eliberării, ea difuzează într-o arie de aproximativ 100-200 nm în raport cu membrana bazală, şi ulterior influenţează celula secretorie.
- În modelul de **inervaţie hipolemală**, axonii traversează membrana bazală, pierd celulele Schwann de tapetare şi merg între celulele secretorii, la o distanţă de 10-20 nm de ele. De-a lungul acestor axoni, lipsiţi de celule Schwann, apar zone mici în care se acumulează vezicule şi mitocondrii, şi unde, cel mai probabil, sunt eliberaţi neurotransmiţătorii. De data aceasta, axonul deserveşte mai multe celule secretorii, sau aceeaşi celulă, dar de mai multe ori.

Neurotransmiţătorii implicaţi sunt **noradrenalina** (pentru fibrele simpatice postganglionare) şi **acetilcolina** (pentru fibrele simpatice preganglionare şi parasimpatice preganglionare şi postganglionare), alături de **substanţa P** şi **VIP.**

Vezicule mici (40 nm diametru), cu aspect agranular în fibrele nervoase colinergice şi granular în fibrele nervoase adrenergice, conţin noradrenalină şi acetilcolină.

Vezicule mai mari (80-120 nm diametru), dispersate, granulare cu miez dens, conţin substanţa P şi VIP. Pentru eliberarea neurotransmiţătorilor este necesară o stimulare puternică, cantităţile obţinute fiind foarte mari.

Neurotransmiţătorul se cuplează cu receptorul de suprafaţă celulară al celulelor parenchimale, iniţiind cascada de mecanisme intracelulare: generarea de AMP ciclic (prin stimulare adrenergică care activează proteinkinaza şi iniţiază secreţia de proteine) şi scindarea fosfatidilinozitolului 4,5-bifosfat (prin stimulare colinergică, cu eliberare de calciu liber şi apariţia unor produşi de scindare cu rol de mesageri intracelulari).

Scanned with OKEN Scanner

6. SALIVA

6.1. EVENIMENTE ÎN PROCESUL DE FORMARE A SALIVEI

6.1.1. Sinteza componentelor proteice

Sinteza proteinelor salivare are loc în **celulele acinoase seroase.**

Procesul debutează la nivelul ribozomilor, în asociere cu RER. Translocarea proteinelor până la spaţiul cisternelor are loc sub influenţa direcţională a unei presecvenţe proteice care apare prin clivare cotranslaţională, din molecula nou sintetizată.

Maturarea proteinelor secretorii are loc în mai multe dintre compartimentele celulare. În RER se iniţiază plierea, glicozilarea şi procesarea moleculelor glucidice pe lanţurile proteice în curs de maturare. Prin veziculele de transport, moleculele proteice ajung de la nivelul RER la nivelul aparatului Golgi, unde se completează glicozilarea, formându-se, prin împachetare, granulele secretorii imature care ulterior devin mature. Complexul Golgi ocupă un rol central în procesul de sinteză şi secreţie, intervenind în: transportul, concentrarea şi transformarea proteică; formarea granulelor secretorii şi a lizozomilor; reglarea circuitului membranar în interiorul celulei. Ulterior, proteinele nou sintetizate se deplasează spre suprafaţa celulei.

Granulele secretorii, denumite şi vezicule secretorii, reprezintă **forma de transport** a proteinelor sintetizate, de la complexul Golgi la membrana celulară. Sunt descrise trei tipuri de granule: **monopartite** (conţin o matrice omogenă densă), **bipartite** (prezintă o incluzie sferică densă), **tripartite** (au un component semilunar care aderă de suprafaţa internă a membranei şi care înconjură granula). Diferenţele dintre aspectul granulelor este datorat substanţelor proteice conţinute, prezente în procente variate. Proteinele din granulele secretorii sunt eliberate fie printr-un proces de **secreţie reglată**, fie printr-un proces de **secreţie constitutivă.**

Secreţia reglată prin acţiunea substanţelor stimulatoare, implică **exocitoza;** prin acest mecanism este eliberată marea majoritate a proteinelor secretorii salivare. Exocitoza implică mai multe evenimente intracelulare: eliminarea reţelei de microfilamente subjacentă membranei celulare, fuzionarea membranei granulare cu membrana celulară şi stabilirea continuităţii dintre ele, prin fragmentarea şi rearanjamentul straturilor lipidice ale celor două membrane; consecutiv alipirii celor două membrane apare o creştere generală a suprafeţei celulare. Această creştere generală a membranei celulare de suprafaţă este compensată prin intermediul procesului de **endocitoză**, vacuolele de endocitoză preluând excesul de membrană apicală, care ulterior va fi reciclat intracelular şi reutilizat în formarea de noi vezicule secretorii.

Secreţia constitutivă, independentă de stimuli, implică o **mişcare intracelulară** continuă înainte-înapoi a veziculelor. Prin acest mecanism este eliberată o mică parte a proteinelor secretorii salivare, precum şi constituenţi proteici ai membranei celulare, pentru teritoriile apicale sau bazolaterale.

Scanned with OKEN Scanner

Principalul produs de secreţie elaborat de celulele seroase este **amilaza salivară**, enzimă care catalizează distrugerea hidrolitică a legăturilor glucozidice α-1,4 tipice pentru carbohidraţii complecşi.

Activitatea lizozomală are, de asemenea, un rol important în procesul secretor, enzimele lizozomale (de exemplu, hidrolaza acidă) intervenind în degradarea proteică necesară în urma unei importante acumulări de proteine (ca răspuns la acţiunea unei substanţe stimulatoare, sau ca urmare a unei absenţe prelungite a unei astfel de substanţe). Crinofagia, proces datorat acumulării în exces a granulelor secretorii, în lipsa prelungită a unei substanţe stimulatoare, implică fuzionarea veziculelor lizozomale cu granulele secretorii şi, consecutiv, distrugerea granulelor. Lizozomii au rol şi în prelucrarea materialului endocitat, alături de distrugerea, la nevoie, a propriilor organite celulare (autofagie).

6.1.2. Formarea fluidului salivar

Conform datelor de fiziologie a glandelor salivare, acestea sunt capabile să secrete o cantitate de fluid egală cu greutatea lor, la fiecare 15 minute, pentru un timp de o oră, în condiţii de stimulare. O asemenea rată de secreţie nu ar fi posibilă dacă în transportul fluidelor ar fi implicat un mecanism simplu de filtrare. Formarea fluidului salivar implică astfel derularea de **evenimente transcelulare** mai complicate.

Originea fluidului acinar este în fluidul interstiţial, care, la rândul său, derivă din sângele prezent în capilarele adiacente acinilor. Fluidul acinar conţine **apă, elemente anorganice, molecule mici şi produşi proteici** sintetizaţi de celule, în granulele secretorii. Stimularea glandelor salivare nu modifică rata de sinteză a proteinelor, ci numai rata prin care acestea sunt eliberate.

Când secreţia celulelor acinare este stimulată, fluxul sanguin periacinar creşte, iar gradientul de presiune se modifică, facilitând formarea de **fluid acinar primar.**

Molecule ca glucoza, ureea şi aminoacizii difuzează uşor prin peretele capilar, îndreptându-se către membrana bazală care înconjură acinul; permeabilitatea celulară cea mai mare o au substanţele solubile lipidice şi apa.

De asemenea, există o formă de transport celular activ şi pentru ionii de sodiu şi ionii de clor, prin intermediul canalelor ionice dependente de calciu. Se pare că ioni liberi de calciu sunt eliberaţi, când este necesar, din interiorul RER, unde sunt depozitaţi. Concentraţia de calciu citoplasmatic liber poate creşte de 5-10 ori în câteva secunde, conducând la modificări compensatorii semnificative care includ deschiderea a două canale ionice membranare, calciu–dependente, pentru trecerea ionilor de potasiu şi clor. Canalul pentru Cl^- este limitat la suprafaţa luminală a celulei şi cel pentru K^+, la suprafaţa bazolaterală. Când K^+ este eliberat din celulă, are loc o preluare compensatorie de Na^+ şi Cl^-. Cl^- iese din celulă prin canalele specifice şi ajunge în lumenul acinar; pentru a menţine neutralitatea electrică, se pare că Na^+ intră în lumen printr-o cale paracelulară.

Scanned with OKEN Scanner

Ca rezultat al acestor schimburi ionice, prin cuplarea osmotică a NaCl şi H_2O, în lumenul acinar se eliberează un flux de apă.

Modalitatea în care apare fluxul de NaCl este descifrată, dar calea fluxului de apă este încă subiect de controversă. Date recente indică faptul că aceste celule sunt înalt permeabile pentru apă, cantităţi semnificative fiind vehiculate în urma unor modificări minore de osmolaritate.

În procesul de formare a salivei, un rol important revine **sistemului canalicular**. Fluidul acinar primar este **izoton** (uşor hipertonic), cu concentraţii ionice analoge cu plasma; el este transformat de celulele ductale, prin modificarea ionilor prezenţi (eliminare şi adăugare de ioni specifici), pentru a forma o **soluţie hipotonă**, cu nivele scăzute de ioni de sodiu şi ioni de clor.

Conform literaturii de specialitate, **sistemele de transport** care pot fi active în porţiunile intralobulare şi extralobulare ale canalelor implică:

- un **sistem de cotransport** $Na^+/K^+/Cl^-$;
- **secreţia de bicarbonat** condusă de un schimbător de Na^+/H^+;
- **secreţia de ioni de clor** condusă de schimbători paraleli de Na^+/H^+ şi Cl^-/HCO_3^-.

Totuşi, funcţia este specifică **canalelor striate**; la acest nivel interdigitaţiile marcate dintre pereţii celulelor epiteliale de tapetare conferă suportul morfologic necesar transportului şi schimburilor ionice. Are loc un proces de reabsorbţie, prin transport activ de ioni de sodiu din fluid în celulă, urmat de difuzie pasivă de ioni de clor, în paralel cu un transport activ de ioni de potasiu în direcţie opusă, şi secreţie activă de ioni bicarbonat. În fluidul salivar în curs de modificare, **stabilirea concentraţiei electrolitice finale** are loc în **canalele principale terminale**, unde aceasta revine la un echilibru cu concentraţia plasmei.

6.2. COMPOZIŢIA SALIVEI

Saliva este o **soluţie hipotonă**, cu pH mediu 6,6, în compoziţia căreia **apa** este prezentă în procent de 99%. Compoziţia salivei variază în funcţie de glandă şi de rata secreţiei; datele prezentate în continuare se referă însă la amestecul produşilor de secreţie ai tuturor glandelor salivare – saliva totală.

Solidele totale ating un nivel de 3-8 g/l, cu o medie de 6 g/l. Din acest total, 20% sunt în suspensie, iar 80% - dizolvate; aproximativ 30% sunt de **tip anorganic**. În compoziţia salivei sunt astfel prezente: **substanţe proteice** (proteine serice, IgA secretorii, enzime salivare, mucoproteine şi glicoproteine, hormoni), **carbohidraţi, lipide, substanţe anorganice**. Saliva conţine **limfocite** şi **polimorfonucleare**, care pot forma la nivelul cavităţii orale un corpuscul salivar, precum şi **celule epiteliale descuamate**.

6.2.1. Elemente de natură organică

Componenta cea mai importantă a salivei, ca greutate, este reprezentată de **proteine**.

Scanned with OKEN Scanner

Concentraţia proteică se înscrie în următoarele valori: 2,3-4 g/l în glanda parotidă, 1,2-2 g/l în glanda submandibulară, 2,6-3,2 g/l în glanda sublinguală.

- **Proteinele serice**

Proteinele serice, IgG, IgM, IgA, albumină, α şi γ globuline, reprezintă 20% din totalul proteinelor. Formele de existenţă şi concentraţiile α şi γ globulinelor sunt diferite de cele sanguine, aceste globuline fiind probabil sintetizate la nivel glandular, alături de unele albumine salivare.

- **Imunoglobulina A secretorie**

Imunoglobulina A secretorie este sintetizată de plasmocitele prezente în ţesutul conjunctiv al glandei, în elaborarea formei finale intervenind şi celulele epiteliale ale mucoasei. IgA secretorii, extrem de rezistente la proteoliza enzimatică, constituie 85% din totalul IgA salivare; glandele salivare minore realizează 30-35% din cantitatea totală de IgA secretorie. IgA secretorie intervine în procesul de apărare de la nivelul cavităţii orale prin trei mecanisme: inhibarea colonizării bacteriene, prin aglutinare; legarea de antigeni bacterieni specifici, cu funcţie de aderenţă; afectarea unor enzime specifice esenţiale pentru metabolismul bacterian.

- **Glicoproteinele**

Glicoproteinele sunt proteine salivare (în care principalii aminoacizi sunt prolina, glicina, şi acidul glutamic) conţinând în structura lor o proporţie mare de carbohidraţi de tip galactoză, manoză, hexozamină şi fructoză. Ele sunt responsabile de caracterul vâscos al salivei, datorat legării moleculelor de apă de grupările hidroxil. Încărcătura lor electrică negativă permite interacţiunea cu calciul cu sarcină electrică pozitivă de pe suprafeţele cristalelor de HA, fapt ce contribuie la formarea peliculei smalţului, remineralizarea smalţului şi prevenirea colonizării bacteriene pe suprafaţa dentară. Componentele specifice ale glicoproteinelor adsorbite se pare că au capacitatea de a creşte sau descreşte adeziunea unor anumite bacterii, aspect important al funcţiei antimicrobiene.

În cadrul glicoproteinelor, o clasă aparte este constituită de **proteinele acide bogate în prolină**, alături de **proteina "bazică" bogată în prolină** (specifică parotidei). Denumirea lor este datorată faptului că prolina reprezintă 16-33% din conţinutul în aminoacizi al salivei. Proteinele acide bogate în prolină conţin 4 fosfoproteine foarte strâns legate, denumite PRP1-4, alături de alte componente minore. Rolul lor principal este de a preveni creşterea cristalelor de HA: adsorbite pe suprafaţa acestora, ele leagă ionii de calciu şi inhibă modificarea dimensiunilor.

- **Staterina**

Staterina este o fosfoproteină bogată în tirozină, cu caracteristici structurale şi funcţionale similare cu proteinele acide bogate în prolină; mai mult, are şi proprietatea de a inhiba nuclearea din soluţiile suprasaturate instabile.

Scanned with OKEN Scanner

- **Carbohidraţii**

Carbohidraţii pot fi prezenţi în salivă, fără a fi legaţi de proteine. Saliva produsă de glandele parotide prezintă glucoză în concentraţie similară cu glucoza sanguină, iar saliva elaborată în glandele submandibulare conţine, pe lângă glucoză, hexoză, fructoză şi mici cantităţi de hexozamină şi acid sialic.

- **Lactoferina**

Lactoferina, proteină care leagă fierul, este sintetizată de celulele epiteliale glandulare şi de polimorfonucleare. Are rol de a monitoriza flora microbiană orală, prin legarea ionilor de fier necesari în dezvoltarea bacteriilor. Efectul ei bactericid este blocat de IgA secretorie, sau de saturarea anterioară cu fier.

- **Factori de coagulare**

Proteine similare cu cele sanguine, dar elaborate direct de glandele salivare şi detectate în salivă, includ **factori implicaţi în procesul de coagulare** (factorul VII, VIII, IX, factorul plachetar).

- **Enzimele salivare**

Enzimele salivare sunt reprezentate în principal de **amilază, lizozim, peroxidază, kallikreină**; există însă o gamă foarte largă de alte **enzime**: proteaze, aminopeptidaze, carboxipeptidaze, ureaze, glucuronidaze, hialuronidaze, neuraminidaze, esteraze, ribonucleaze (ribonuclează acidă şi alcalină), colinesteraze, lipaze, fosfataze (fosfatază acidă), sulfataze, dehidrogenaze (succinatdehidrogenază, maleatdehidrogenază, lactatdehidrogenază, γ-hidroxibutirdehidrogenază).

α-amilaza sau **ptialina** reprezintă aproximativ 30% din proteinele existente în salivă. Enzima este sintetizată sub formă glicozilată şi modificată după transcripţie sau secreţie prin îndepărtarea carbohidratului sau dezaminare secvenţială, fiind dependentă de calciu şi stimulată de ionii de clor. Activitatea amilazică cea mai importantă este realizată de glandele parotide, urmând glandele submandibulare; glandele sublinguale şi glandele salivare minore au o activitate amilazică foarte redusă. Concentraţia creşte odată cu creşterea ratei de secreţie salivară. α-amilaza hidrolizează amidonul alimentar, transformându-l în maltoză prin ruperea legăturilor 1,4 α-glicozidice. Funcţia sa este oarecum limitată la nivelul cavităţii bucale deoarece devine mai puţin activă la pH-uri mai mici de 4, dar proprietăţile ei se păstrează în centrul bolului alimentar la nivelul stomacului, dacă este protejată de mediul acid.

Lizozimul, prezent în toate fluidele importante ale corpului (dar în special în salivă, lacrimi, secreţii nazale şi bronşice), prezintă o concentraţie mai mare în saliva elaborată de glandele submandibulare, comparativ cu cea sintetizată de glandele parotide. El determină o importantă activitate bactericidă, distrugând una dintre legăturile care caracterizează peptidoglicanul din peretele celular al bacteriilor Gram-pozitive, în medii cu pH variabil. Proprietăţile bactericide se manifestă şi prin inhibarea colonizării mucoaselor de către agregate microbiene.

Scanned with OKEN Scanner

Peroxidaza caracterizează saliva elaborată de glandele parotide, apărând sub forma unui ansamblu antibacterian (similar cu cel existent în lapte şi lacrimi) şi format din lactoperoxidază, tiocianat şi hidrogen peroxid. Rolul acestui sistem este de a inhiba creşterea şi producţia de acid a unei game largi de microorganisme (streptococi, lactobacili, fungi, bacterii enterice). Lactoperoxidaza şi tiocianatul sunt elemente constituente ale salivei, dar hidrogen peroxidul este produs de microorganisme. Lactoperoxidaza catalizează, cu ajutorul hidrogenului peroxid, oxidarea tiocianatului, în urma căruia se formează un număr de substanţe de tipul hipotiocianitului, care oxidează enzimele bacteriene ce conţin grupe tiolsensibile. Activitatea lactoperoxidazei se menţine şi în momentul adsorbţiei pe HA sau în sedimentul salivar, contribuind astfel la protecţia suprafeţei smalţului.

Kallikreina desface γ globulinele în bradikinine, care ajung apoi în parenchimul glandular, în vasele sanguine determinând vasodilataţie pentru a satisface necesităţile nutritive ale unei glande în intensă activitate secretorie.

- **Substanţe hormon-like**

Substanţe hormon-like intră, de asemenea, în compoziţia salivei: parotina este implicată în calcificare şi contribuie la menţinerea nivelului de calciu seric; proteina glucagon-like apare în glanda submaxilară; NGF intervine în creşterea şi dezvoltarea fibrelor nervoase simpatice; EGF, produs cu precădere în canalele intercalare ale parotidei, influenţează erupţia dintelui, keratinizarea epidermului, proliferarea şi diferenţierea celulară în întreg corpul; **peptidul natriuretic atrial – renina**, proteină identificată iniţial în atriul inimii, cu rol important în homeostazia hidro-electrolitică, ar putea avea un rol în echilibrul hidric din aceste organe, care produc fluid egal cu până la 20% din volumul plasmei.

- **Substanţe specifice grupelor sanguine**

Substanţe specifice grupelor sanguine, în fapt complexe carbohidrat – proteină, sunt identificabile în salivă. Aproximativ 80% din populaţia generală prezintă antigene corespunzătoare grupelor lor sanguine (grup A, B, AB) sau substanţa H glicoproteică (grup 0) – din sistemul AB0, dar pot fi prezenţi şi alţi antigeni care caracterizează grupele sanguine, de exemplu din familia antigenului Lewis. În raport cu antigenul Lewis, populaţia se împarte în "secretorie" şi "nonsecretorie".

- **Lipidele**

Lipidele prezente sunt digliceride, trigliceride, colesterol, esteri de colesterol, fosfolipide (în cantităţi mici) şi corticosteroizi, în special de tipul cortizonului. Ele au rol în legarea proteinelor salivare, absorbţia bacteriană pe suprafaţa cristalului de HA şi în agregarea plăcii bacteriene.

- **Alte componente**

Compuşii conţinând **nitrogen** sunt probabil derivaţi din degradarea proteinelor microbiene. **Ureea** şi **acidul uric** au concentraţii similare cu cele sanguine,

Scanned with OKEN Scanner

citratul şi **lactatul** se formează în urma metabolismului carbohidraţilor, concentraţia de lactat crescând după ingestia alimentară.

Saliva mai conţine şi **vitamine hidrosolubile.**

6.2.2. Elemente de natură anorganică

Substanţele anorganice prezente la nivel salivar sunt aceleaşi din toate fluidele organismului: ioni de sodiu, potasiu, calciu, bicarbonat şi hidrogen, cloruri, ioduri, fluoruri, fosfaţi, tiocianat, numai că aceste componente se găsesc în concentraţii modificate.

- **Ionii de sodiu**

Ionii de sodiu sunt prezenţi în fluidul acinar primar în aceeaşi concentraţie ca şi în fluidul extracelular, apoi ei sunt resorbiţi în canalele striate.

- **Ionii de potasiu**

Concentraţia **potasiului** este în mare parte dependentă de rata de secreţie deoarece, cu excepţia canalelor terminale, potasiul este pompat în fluidul salivar.

- **Ionii de calciu**

Nivelul de **calciu** din saliva sintetizată de glandele submandibulare este de aproximativ două ori mai mare decât saliva din glandele parotide; acest fapt ar putea explica apariţia frecventă de calculi pe faţa linguală a incisivilor mandibulari. Concentraţia de calciu salivară scade în cazul creşterii fluxului salivar, probabil datorită importantei contribuţii parotidiene în fluxul rapid.

- **Bicarbonatul**

Bicarbonatul este principalul tampon salivar. Nivelul bicarbonatului creşte semnificativ în activitatea de sinteză a glandei. Eficacitatea sa asupra plăcii dentare depinde de compoziţia şi grosimea acesteia.

- **Ionii de hidrogen**

Concentraţia de **ioni de hidrogen,** care determină pH-ul, este scăzută în perioadele de repaus secretor, dar poate ajunge până la 8,0 în perioadele de activitate.

- **Clorurile**

Clorurile au o concentraţie identică cu cea a fluidului extracelular în fluidul acinar, apoi concentraţia scade, prin reabsorbţia pasivă, în paralel cu a sodiului, în canalele striate. De asemenea, sinteza de bicarbonat şi transportul său activ în fluidul salivar, în condiţie de creştere a fluxului salivar, conduc la o reabsorbţie importantă a clorurilor.

- **Iodurile**

Iodurile sunt transportate activ în salivă, concentraţia fiind mai mare decât în plasmă.

Scanned with OKEN Scanner

- **Fluorurile**

Fluorurile au o concentraţie mai mică în salivă, comparativ cu plasma, şi aceasta este direct corelată cu dieta. În schimb, concentraţia de la nivelul plăcii dentare este mai mare decât în salivă, surplusul fiind datorat, cel mai probabil, suprafeţei smalţului.

- **Fosfaţii**

Sărurile de fosfat calcic salivar includ fosfatul dicalcic dihidrat, fosfatul octocalcic, fosfatul tricalcic şi HA, echilibrul între ele fiind asigurat prin intervenţia a două peptide acide salivare (una bogată în tirozină şi alta bogată în prolină), care menţin saliva ca o soluţie suprasaturată de calciu şi fosfat, încercând să împiedice demineralizarea smalţului şi în paralel, să stimuleze remineralizarea acestuia. Fosfaţii salivari scad în concentraţie cu creşterea ratei de flux.

6.2.3. Factori care influenţează secreţia salivară

În 24 de ore se secretă aproximativ 640-1.200 ml de salivă, cantitatea cea mai importantă fiind elaborată în timpul meselor (aici intervine şi stimularea vizuală, olfactivă şi gustativă), iar cantitatea cea mai mică (10 ml) – în timpul somnului.

Cantitatea şi compoziţia salivei sunt influenţate de: **variaţii diurne, natura** şi **durata stimulului, concentraţia plasmatică** şi diferiţi **hormoni.** Alţi factori care afectează secreţia salivară sunt **stimulii emoţionali** (anxietate, depresie, frica, furia).

Elementele constituente ale salivei au o **rată de sinteză** şi **eliberare inconstantă.** Concentraţia ionilor de sodiu şi a clorurilor atinge maximum la începutul dimineţii, cea a potasiului – la prânz. Nivelul ionilor de calciu şi al fosfaţilor este stabil în timpul zilei, dar calciul creşte pe parcursul nopţii. Concentraţia cea mai mare a substanţelor proteice se înregistrează după-amiaza.

Diferenţele care apar în compoziţia salivei indică o implicare diferită a glandelor salivare majore şi minore în procesul de elaborare (în sensul contribuţiei predominante a unei anumite glande), ca urmare a modalităţii particulare de reacţie la stimuli specifici.

Dacă stimularea glandelor depăşeşte 3 minute, nivelele unor constituenţi salivari organici şi anorganici scad rapid; ulterior, la un interval foarte scurt, proteinele, ionii de calciu şi bicarbonat revin la valorile anterioare, ionii de potasiu şi fosfaţii şi se menţin în platou, în timp ce concentraţia clorurilor rămâne scăzută; ionii de sodiu şi iodurile păstrează însă nivele constante, indiferent de prezenţa sau absenţa unui stimul. Concentraţiile aminoacizilor, glucozei, ionilor de calciu şi potasiu, ureei şi acidului uric sunt dependente de concentraţiile echivalenţilor plasmatici.

Hormonii influenţează, de asemenea, secreţia salivară. În afară de aldosteron şi de hormonul antidiuretic, care cresc reabsorbţia de sodiu şi

Scanned with OKEN Scanner

respectiv de apă, acţionând la nivelul canalelor striate, testosteronul şi tiroxina determină o creştere generală a secreţiei salivare. Producerea de salivă este, de asemenea, marcată în timpul sarcinii, dar se reduce odată cu instalarea menopauzei, uneori ajungându-se la o deficienţă importantă a glandelor salivare – xerostomia sau gura uscată.

Consideraţii clinice

Sialoreea (ptialismul), caracterizată prin producerea unei importante cantităţi de salivă, este determinată în urma stimulării de natură alimentară, ca rezultat al aplicării de aparate protetice sau ortodontice, în timpul primului trimestru de sarcină sau în alte boli (în special cu componentă neurologică – boala Parkinson, epilepsie, paralizie cerebrală – sau psihică).

Xerostomia sau gura uscată se poate instala în condiţii diverse, în special la persoanele în vârstă, la menopauză sau la cele care au necesitat radioterapie. În aceste condiţii, limba se poate lipi de mucoasa palatină, bucală sau de dinţi, vorbirea este afectată, deglutiţia devine dificilă. Limba devine dureroasă – glosită. Este necesară o igienă extrem de riguroasă, altfel pacienţii dezvoltă carii cervicale sau parodontite acute. Se poate practica, în scop terapeutic, folosirea salivei artificiale, care poate prelua rolul de tapetare a suprafeţelor epiteliale. Recent, se discută despre introducerea în celulele salivare a unei gene responsabile de secreţia de salivă, care ar rezolva un efect de lungă durată.

6.3. REGLAREA SECREŢIEI SALIVARE

În **reglarea** secreţiei salivare sunt implicate **căi aferente** şi **căi eferente.**

Căile aferente, care transmit informaţia de la glandă la sistemul nervos central, intervin în reglarea secreţiei salivare şi sunt activate prin intervenţia unor factori locali, stimuli psihici sau prin stimuli proveniţi de la alte organe.

Factorii locali acţionează stimulând gustul şi mirosul. Fluxul salivar creşte prin stimulare gustativă. Fibrele care conduc senzaţia gustativă merg de-a lungul nervului coarda timpanului în nervul lingual şi în nervul glosofaringian.

Cea mai puternică stimulare a fluxului salivar este produsă de substanţele acide, urmează substanţele sărate şi dulci, cele amare având o contribuţie minoră. De asemenea, stimularea tactilă (mai ales în cazul aplicării unor aparate ortodontice, sau a protezelor) creşte fluxul salivar.

Stimulii psihici implică vederea alimentelor, discuţii despre alimente sau zgomotul produs de prepararea lor, toate acestea fiind suficiente pentru a activa reflexele condiţionate care duc la o creştere a fluxului salivar; dimpotrivă, vederea sau gândul asupra unor alimente pentru care există aversiune determină diminuarea secreţiei salivare.

Stimularea salivaţiei se poate face şi prin **stimuli de la nivelul altor organe**. Iritarea esofagiană duce la salivare reflexă, iar iritarea gastrică la creşterea salivaţiei, ca şi component al reflexelor de greaţă şi vomă. Carcinomul esofagian poate fi asociat cu salivaţie marcată.

Stimulii aferenţi sunt în final integraţi în corpurile celulare ale neuronilor secretomotori preganglionari. Astfel, **controlul central** al salivaţiei este realizat de **nucleii salivari superiori** (pentru glandele submaxilare) şi **inferiori** (pentru

Scanned with OKEN Scanner

glandele parotide) din trunchiul cerebral. Alţi centri superiori pot influenţa secreţia salivară (de exemplu, stimuli de la nivelul centrilor de frică şi furie).

Căile eferente, care transmit informaţia de la sistemul nervos central la glandă, sunt reprezentate în principal de **fibre nervoase parasimpatice**, alături de care există şi **fibre nervoase simpatice**. Fibrele nervoase preganglionare urmează două trasee principale:

- prin **nervul facial**, apoi prin **nervul coarda timpanului** până la ganglionul adiacent glandelor submandibulare şi sublinguale;
- prin **nervul glosofaringian**, apoi prin **nervul timpanic** şi, în mai mică măsură, prin **nervul pietros superficial**, până la ganglionul otic.

De la nivelul acestor staţii ganglionare, unde au loc sinapse, pleacă fibrele nervoase postganglionare (din ganglionul submandibular – fibre scurte pentru glandele submandibulare, iar din ganglionul otic – prin nervul auriculotemporal, pentru glandele parotide).

Transmiterea nervoasă este, funcţional, dependentă de receptorii de suprafaţă celulară existenţi pe celulele acinoase şi ductale.

Cantitatea de salivă este controlată exclusiv prin **stimulare nervoasă simpatică**: **fibrele β-adrenergice** controlează **secreţia proteică**, iar **fibrele L-adrenergice** şi **colinergice** – eliberarea de **apă** şi **electroliţi**. Întregul sistem de inervare are doar proprietăţi stimulatorii, neexistând inervaţie de tip inhibitor în glanda salivară.

Procesul secretor poate fi separat în două părţi: **secreţia fluidului** şi a **electroliţilor** şi **secreţia proteinelor**, prin **exocitoză**. Se pare că procesele de exocitoză sunt reglate prin acţiunea receptorilor tip β, în timp ce receptorii muscarinici şi tip α pot afecta exocitoza, în afara rolului lor în reglarea secreţiei fluide şi ionice. Receptorii β acţionează pe o cale a AMP-ului ciclic. Receptorii α, muscarinici şi alţi receptori pentru neurotransmiţători funcţionează în principal prin căi mediate de calciu, care implică ciclul fosfatidilinozitolului.

Pe lângă elementele nervoase, un număr de alţi factori pot stimula secreţia salivară: insulina, hormonii tiroidieni, hormonii mineralocorticosteroizi.

6.4. INTERRELAŢII FARMACOLOGICE

Secreţia glandelor salivare prezintă o serie de conexiuni cu administrarea substanţelor farmacologice.

Saliva este o sursă frecvent utilizată pentru obţinerea de informaţii referitoare la metabolismul şi clearance-ul unor **medicamente**, care includ: antiepileptice, tranchilizante (diazepam), barbiturice/hipnotice (fenobarbital), antiaritmice (digoxin), opioide (metadonă), antidepresive (amitriptilina, carbonat de litiu), hormoni (steroizi, aldosteron, estrogeni).

Terminaţiile simpatice noradrenergice sunt influenţate de **agonişti** şi **antagonişti adrenergici farmacologici** care pot fi clasificaţi în două subclase de receptori, α şi β. Agenţii colinergici parasimpatici (pilocarpina) stimulează atât fibrele simpatice preganglionare, cât şi parasimpatice, funcţionând prin receptorii colinergici de pe celulele acinoase. Pilocarpina stimulează secreţia

Scanned with OKEN Scanner

glandei salivare şi alterează tonicitatea salivei. Atropina, un medicament parasimpatolitic, inhibă secreţia apoasă mediată parasimpatic a glandelor salivare, rezultând uscarea extremă a gurii (xerostomia) şi dificultăţi în înghiţire sau vorbire. Scăderea secreţiei glandelor salivare este un efect secundar al medicamentelor de tip antihistaminic, a opiaceelor şi barbituricelor. Uscarea gurii este asociată cu stress-ul şi secreţia de adrenalină.

6.5. FUNCŢIILE SALIVEI

Datorită compoziţiei sale complexe, saliva îndeplineşte o multitudine de **funcţii: protectivă** (mecanică şi antimicrobiană), de **tamponare, digestivă, excretorie**, de **menţinere a integrităţii dintelui.**

6.5.1. Funcţia protectivă

Funcţia protectivă exercitată de salivă este foarte complexă. Pe de o parte, saliva realizează o protecţie de **tip mecanic**, împotriva unor factori agresivi, în cea mai mare parte în legătură cu procesul de alimentaţie. Pe de altă parte, se desfăşoară o protecţie **antimicrobiană**, împotriva microorganismelor cu capacitate de colonizare a cavităţii orale.

Protecţia de tip mecanic este datorată conţinutului glicoproteic, proteic şi fluid al salivei. Datorită compoziţiei sale şi modului de eliberare, saliva realizează o peliculă care conferă proprietăţi de impermeabilitate, facilitează alunecarea şi, concomitent, realizează îndepărtarea anumitor elemente, printr-o acţiune de spălare mecanică.

Glicoproteinele, care conferă caracterul mucos şi un oarecare grad de adezivitate, concomitent cu lubrefierea, sunt responsabile de formarea unei bariere împotriva stimulilor nocivi, a toxinelor microbiene, sau a unor traumatisme minore. Proteinele care leagă calciul intervin în formarea peliculei salivare care, de asemenea, are rol de protecţie.

În paralel, prin libertatea pe care caracterul lubrefiant al salivei îl permite mişcărilor limbii, este facilitată vorbirea.

Componenta fluidă a salivei realizează îndepărtarea detritusurilor acelulare, alimentare şi a microorganismelor fără proprietăţi de adeziune, iar eliminarea parţială a substanţelor de tip glucidic reduce implicarea acestora în formarea plăcii bacteriene. Mai mult, "spălarea mecanică" protejează cavitatea orală de infecţiile cu localizare primară orală şi de instalarea consecutivă a leziunilor inflamatorii.

Protecţia antimicrobiană se realizează prin intermediul barierei formate din glicoproteine, precum şi prin intermediul proteinelor (histatină), enzimelor (lizozim, lactoferină, peroxidază) şi anticorpilor prezenţi. Lizozimul, enzimă care hidrolizează pereţii celulari ai unor bacterii, este produs în glandele salivare, în exudatul tisular din sulcusul gingival şi chiar în cavitatea orală, de către leucocitele existente în saliva deja formată. Cu toate că lizozimul împiedică colonizarea bacteriilor noncomensale, el nu afectează flora orală saprofită. Astfel, lizozimul, alături de lactoferină (care prin legarea fierului

Scanned with OKEN Scanner

privează bacteriile de un constituent important) creează un mediu neprielnic microbilor. Anticorpii prezenţi în salivă sunt în principal IgA secretorii, existând însă şi mici cantităţi de IgG şi IgM. IgA secretorii şi IgM sunt în cea mai mare parte de origine salivară, în timp ce IgG, alături de mici cantităţi de IgA şi IgM provin din exudatul gingival. Rolul cel mai important îl are IgA secretorie, care intervine în agregarea microbiană, determinând formarea de aglomerări bacteriene care vor fi mai uşor îndepărtate prin spălarea mecanică. IgA formează un complex cu proteinele care tapetează epiteliul oral, rezultând un înveliş protectiv de imunoglobuline. Bacteriile învelite de IgA sunt mai uşor fagocitate decât cele învelite de IgG sau IgM. Proprietăţi antibacteriene dezvoltă şi globulinele şi tiocianatul salivar, alături de leucocitele prezente în salivă.

Caracterul protectiv al salivei poate fi corelat şi cu procesele de reparare a leziunilor care apar la nivelul cavităţii orale. Intervalul de timp necesar vindecării este considerabil redus, probabil datorită EGF, produs la nivelul glandelor submaxilare.

6.5.2. Funcţia de tamponare

Saliva are proprietăţi de **substanţă – tampon**, datorită concentraţiei în fosfat şi bicarbonat, unor reziduuri de proteine salivare încărcate negativ şi sialinei. Datorită acestor proprietăţi, tamponarea mediului oral modifică pH-ul necesar creşterii bacteriene şi condiţiile optime de mediu solicitate, împiedicând astfel procesul de colonizare al microorganismelor. De asemenea, rolul de soluţie tampon se direcţionează şi asupra acizilor produşi din glucide prin intervenţia plăcii bacteriene, care, în cazul în care persistă mai mult timp, pot induce demineralizarea smalţului. Sialina, un peptid salivar, intervine direct în creşterea pH-ului plăcii dentare după expunerea la carbohidraţi.

6.5.3. Funcţia digestivă

Procesul de digestie debutează la nivelul cavităţii orale, prin intervenţia directă a salivei.

Datorită proprietăţilor de lubrifiant, conferite de conţinutul în glicoproteine şi apă, saliva intervine în **formarea bolului alimentar** şi în **deglutiţie**.

Prin conţinutul în **amilază**, principala enzimă digestivă, fragmentează amidonul din alimente, la un pH critic de 6,8, apropiat de pH-ul oral; digestia amidonului are loc în ariile de contact dentar interproximal. Prin procesul de înghiţire saliva ajunge în esofag, unde poate neutraliza conţinutul esofagian (prin concentraţia în fosfat şi bicarbonat) şi ulterior în stomac, unde diluează chimul gastric. Când alimentele trec spre stomac, deşi pH-ul este sub 4, activitatea amilazei poate să continue în interiorul bolusului alimentar, înaintea penetrării sale de sucul gastric.

În contextul funcţiei digestive este inclus şi **rolul gustativ**, permiţând dizolvarea de către componenta fluidă a diferitelor substanţe alimentare (aici, se

Scanned with OKEN Scanner

suprapune şi rolul de solvent atribuit de fiziologi) şi transportul până la nivelul mugurilor gustativi. Sunt percepute astfel senzaţii gustative plăcute sau sunt identificate substanţe cunoscute drept toxice. Saliva conţine şi o proteină numită **gustina**, posibil implicată în creşterea şi maturarea mugurilor gustativi.

6.5.4. Funcţia excretorie

Prin intermediul salivei se poate realiza **excreţia** unor anumite componente ale sângelui, ca ureea, acidul uric, amoniacul şi tiocianatul, care sunt ulterior absorbite în intestin. De asemenea, în intoxicaţiile cu metale de tipul mercurului, bismutului sau plumbului, nivelele sanguine toxice sunt corelate cu o eliminare crescută prin secreţia salivară, determinând consecutiv depunerea în ţesuturile orale.

6.5.5. Funcţia de menţinere a integrităţii dintelui; activitatea anticarie

Prin înaltul conţinut în ioni de calciu şi fosfat, saliva este implicată în **schimbul de ioni de la suprafaţa dintelui**, orientat spre interiorul dintelui şi având rol în maturarea smalţului. Acest schimb începe imediat după erupţia dintelui şi conduce la maturarea posteruptivă, prin difuzia calciului şi a clorului, în interiorul cristalelor de HA localizate la suprafaţa smalţului. În urma acestui proces permeabilitatea scade iar duritatea creşte şi rezistenţa la apariţia cariilor creşte. Dacă un proces carios este oprit înainte de producerea unei cavităţi în smalţ, este posibilă o remineralizare, prin intermediul ionilor de fosfor şi calciu conţinuţi în salivă, eventual şi a fluorului preluat din fluoruri. Dimensiunile cristalelor de HA sunt menţinute în echilibru prin activitatea de inhibare a creşterii exercitată de alţi componenţi salivari: staterina (care inhibă depunerea fosfatului de calciu) şi proteine acide bogate în prolină.

Activitatea anticarie se desfăşoară probabil conform unui mecanism înnăscut, incomplet elucidat. Modalităţile prin care saliva ar putea proteja dinţii de formarea cariilor sunt multiple, în literatura de specialitate fiind prezentate, sistematizat, următoarele posibile procese:

- creşterea fluxului salivar determină o îndepărtare optimă a carbohidraţilor din cavitatea orală;
- constituenţii salivei reduc cantitatea de acid formată prin fermentarea carbohidraţilor în placa dentară, prin acceptarea unor microorganisme de placă mai puţin acidogene, sau care elaborează acizi mai slabi;
- bicarbonatul salivar tamponează acizii rezultaţi din fermentarea carbohidraţilor;
- rata de glicoliză poate fi crescută de ureea salivară, bicarbonatul salivar sau sialină, astfel încât carbohidraţii ataşaţi plăcii sunt metabolizaţi mai repede, micşorându-se timpul de expunere a smalţului la nivele de pH critice;
- fluorurile salivare cresc rezistenţa smalţului la decalcificarea acidă;

Scanned with OKEN Scanner

- constituenţii salivei difuzează în placă, crescând saturaţia în fluid a plăcii în raport cu fluorapatita sau HA;
- ionii de calciu, fosfat, hidroxil sau fluor pot iniţia remineralizarea de subsuprafaţă a leziunilor carioase;
- fluidul salivar determină îndepărtarea microbilor din cavitatea orală, diminuând riscul de formare a plăcii;
- componenţii salivari cresc grosimea peliculei dobândite, cu caracter protectiv, înainte de colonizarea microbiană.

7. MODIFICĂRI MORFOLOGICE ALE GLANDELOR SALIVARE

Odată cu înaintarea în vârstă, apar o serie de **modificări morfologice** în structura glandelor salivare: **degenerescenţă adipoasă, fibroză, acumulare progresivă de limfocite, apariţia oncocitelor** – celule epiteliale intens acidofile, cu un conţinut citoplasmatic granular, al cărui substrat ultrastructural este reprezentat de mitocondrii cu structură alterată, localizate atât în acini, cât şi în canale, fiind un posibil punct de plecare în dezvoltarea unui anumit tip de proliferare malignă.

Cu toate acestea, nu se poate afirma că glandele salivare devin mai puţin active funcţional, deoarece există o mare variabilitate în procesul de secreţie a salivei, iar scăderea secreţiei poate fi corelată cu un consum important de medicamente, la vârstnici.

Patologic, afectarea glandelor salivare poate fi determinată de o serie largă de afecţiuni, care includ **boli inflamatorii** (bacteriene sau virale – oreion, herpes), **infecţioase, sistemice** (hipertiroidism, anemie pernicioasă, scleroză multiplă, hipo/avitaminoze, diabet zaharat, fibroza chistică), **neoplazice**, sau boli specifice, uneori cu **componentă autoimună** (sindromul Sjögren, boala Mikulicz). De asemenea, trebuie amintite leziunile instalate **postiradiere intra/periorală**. Obstrucţionarea fluxului salivar poate avea loc în urma apariţiei de **calculi salivari** (pietre) în canale, cu instalarea consecutivă a atrofiei glandei şi pierderea funcţiei; o astfel de patologie apare frecvent la glandele cu secreţie predominant seroasă – parotida, submandibulara, urmând sublinguala.

Bolile glandelor salivare declanşează, de obicei, modificări în cantitatea şi compoziţia salivei, care pot conduce la apariţia plăcii bacteriene şi stimulează formarea **cariilor** sau instalarea **bolii parodontale**.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 8

ARTICULAŢIA TEMPOROMANDIBULARĂ

1. CONSIDERAŢII GENERALE 233
2. STRUCTURA ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE 235
2.1. Elementele osoase şi cartilaginoase 235
2.2. Capsula, discul şi ligamentele 237
2.2.1. Capsula şi discul 237
2.2.2. Ligamentele 238
2.3. Membrana sinovială 239
3. MUSCULATURA ASOCIATĂ ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE 240
3.1. Particularităţi ale celulei musculare scheletice 240
3.1.1. Elemente morfofuncţionale 240
3.1.2. Elemente de inervaţie 243
3.1.2.1. Placa motorie terminală 243
3.1.2.2. Fusul neuromuscular 245
3.1.2.3. Fusul neurotendinos 245
3.2. Muşchii masticatori 246
3.2.1. Muşchiul maseter 246
3.2.2. Muşchiul pterigoidian medial 247
3.2.3. Muşchiul temporal 248
3.2.4. Muşchiul pterigoidian lateral 249
3.2.5. Funcţiile muşchilor masticatori 249
4. VASCULARIZAŢIA ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE 251
5. INERVAŢIA ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE 251

1. CONSIDERAŢII GENERALE

Articulaţia temporomandibulară reprezintă articulaţia dintre **maxilarul inferior** şi **osul temporal**, stabilind legătura dintre oasele din partea inferioară a feţei, oasele din partea superioară a feţei şi oasele craniului.

Datorită formei simetrice a mandibulei şi rolului de suport pentru dinţi, articulaţia temporomandibulară presupune în esenţă existenţa a **două articulaţii** (distincte anatomic, dar funcţionând sincron) şi a **dinţilor** în ocluzie. Acest tip de articulaţie este, în scara filogenetică, specific mamiferelor, pentru care maxilarul este o structură compactă, nemaifiind format din os dentar şi os articular, ca la celelalte vertebrate.

Scanned with OKEN Scanner

În cadrul clasificărilor propuse pentru articulaţiile din scheletul uman, articulaţia temporomandibulară este considerată drept o **diartroză de tip sinovial**. Ca diartroză, articulaţia temporomandibulară permite mişcări largi, de închidere, deschidere, protruzie, retruzie, lateralitate, precum şi combinaţii ale acestora; are un caracter alunecant şi, după forma suprafeţelor articulare, mişcarea desfăşurată la acest nivel este comparată cu mişcarea de "pivotare în balamale". Ca articulaţie sinovială, articulaţia temporomandibulară prezintă, structural, **două oase** (fiecare cu propria suprafaţă articulară acoperită de cartilagiu) unite printr-un **disc articular** şi înconjurate de o **capsulă**; se organizează astfel o **cavitate articulară**, tapetată în ariile nonarticulare de o **membrană sinovială** care produce un **lichid sinovial** şi compartimentată de disc într-o cavitate superioară şi o cavitate inferioară (fig. 8.1.).

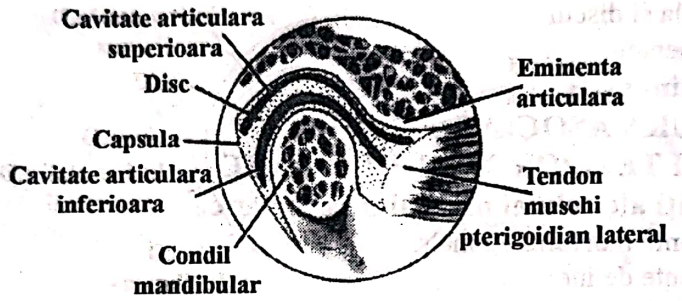


Fig. 8.1. Organizarea articulaţiei temporomandibulare, elemente componente – adaptare după (Avery, 1994).

Asociate cu articulaţia temporomandibulară şi implicate în susţinerea şi controlul articulaţiei există trei ligamente: **ligamentul temporal lateral** (legat intim de capsula fibroasă), **ligamentul stilomandibular** şi **ligamentul sfenomandibular** (fig. 8.2.). Funcţionalitatea articulaţiei temporomandibulare este dependentă şi de existenţa şi acţiunea **musculaturii (muşchii masticatori**, împreună cu **muşchii limbii, muşchii suprahioidieni** şi **muşchii cefei**); un rol important are aici **inervaţia senzorială**, comună pentru musculatură şi elementele articulare.

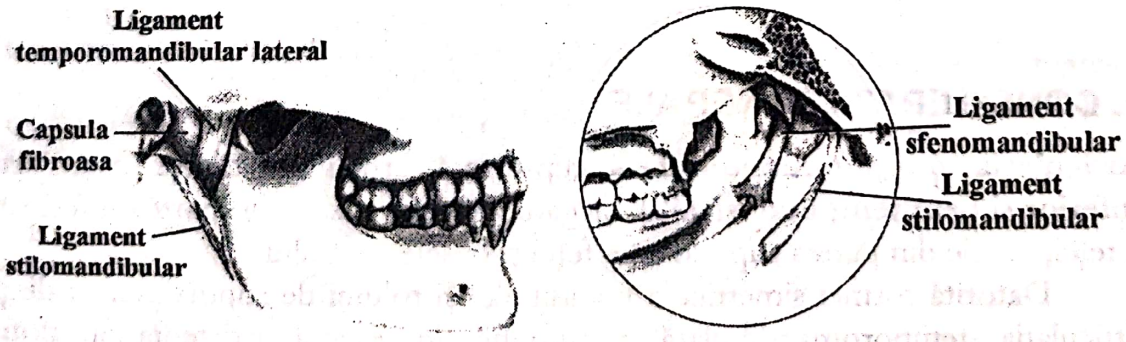


Fig. 8.2. Dispoziţia ligamentelor asociate cu articulaţia temporomandibulară – adaptare după (Avery, 1994).

Scanned with OKEN Scanner

2. STRUCTURA ARTICULAȚIEI TEMPOROMANDIBULARE

Articulația temporomandibulară este stabilită între **condilii mandibulari** și **fosele glenoide** ale temporalului. **Cavitatea articulară** este delimitată extern de **capsulă**, fiind compartimentată prin **disc**. În stabilitatea și funcționalitatea articulației temporomandibulare intervin **structuri ligamentare** și **elemente musculare**.

2.1. ELEMENTELE OSOASE ȘI CARTILAGINOASE

Elementele osoase sunt reprezentate de **fosele temporomandibulare/ glenoide** (de pe suprafața inferioară a părții pavimentoase a temporalului) și **condilii maxilari** (sprijiniți de prelungirea condilară a mandibulei).

Fosele temporomandibulare/glenoide reprezintă depresiuni sau cavități localizate pe partea inferioară a **osului temporal** care, pentru a compensa creșterea în lateral a capului condilar, se extind și în lateral. Ele sunt limitate de:

- **anterior** – o **eminență articulară**, în fapt o excrescență osoasă, implicată și ea în articulație;
- **posterior** – **fisurile scuamotimpanică** și **petrotimpanică**, separând zona anterioară scuamoasă de zona posterioară pietroasă a temporalului;
- **median** – **spina sfenoidului**;
- **lateral** – **rădăcina prelungirii zigomatice a osului temporal.**

Eminențele articulare devin proeminente la maturitate, sunt netede, prezentând ridicături rotunjite pe a căror versant posterior poate aluneca condilul, în articulație.

Partea centrală a fosei glenoide este constituită dintr-un os subțire, ca o placă. Această zonă formează planșeul fosei craniene mediene, localizate superior, care adăpostește lobul temporal al creierului.

Condilii reprezintă **componenta mandibulară** a articulației asigurând, prin mișcări de translație și rotație, îndeplinirea mișcărilor complexe ale articulației temporomandibulare. Sunt structuri de formă ovoidală mediolateral (15-20 mm lungime, 8-120 mm grosime), localizate la extremitatea prelungirii condilare a mandibulei. Au o **suprafață externă** netedă, foarte convexă anteroposterior și ușor convexă mediolateral. **Extremitățile laterale** și **mediene** se numesc poli. Polul median este mai extins în afara gâtului condilar, comparativ cu polul lateral și este situat mai posterior, astfel încât axa longitudinală a condilului deviază posterior și se întâlnește cu o axă similară, trasată imaginar de la condilul opus, la marginea anterioară a foramen magnum.

Condilul prezintă variații de formă, iar suprafața externă poate fi netedă sau poate fi divizată de o creastă sagitală, în pante mediene și laterale.

Considerații clinice

În urma unui traumatism sever la nivel maxilar condilul se poate fractura, iar fragmentele condilare sunt dispuse anterior și median în fosa infratemporală, datorită tracțiunii pterigoidian lateral. Consecutiv, se instalează o limitare a mișcărilor la nivelul teritoriului

Scanned with OKEN Scanner

lezat, sau chiar dizlocarea maxilarului. Odată cu înaintarea în vârstă, condilul se aplatizează; se poate instala un proces de osteoporoză în osul subjacent, astfel încât ramul şi condilul apar ca o foiţă subţire de os cortical; pierderea de os fiind mai importantă la femei decât la bărbaţi.

La periferia osului, pentru **condil** şi pentru **eminenţa articulară** (dar nu şi pentru fosa glenoidă) există un **ţesut cartilaginos tranzitoriu**, de creştere.

Pentru **condil**, în interiorul blastemului condilar (în procesul de dezvoltare) se formează un **cartilagiu secundar de creştere – cartilagiul condilar**, cu evoluţie extrem de similară (dar nu identică) cu cea a unui cartilagiu epifizar, de la nivelul unui os lung. **Modelul de formare** implică prezenţa unui strat proliferativ de celule, cu rol de celule progenitor. Aceste celule se divid, devin condroblaste, elaborează colagen tip II şi proteoglicani, elaborând matricea extracelulară cartilaginoasă. Apoi condroblastele se hipertrofiază şi încep să degenereze, are loc invazia vasculară şi începe procesul de mineralizare, care implică apariţia osteoblastelor.

Diferenţa majoră pentru procesul localizat la nivelul condilului, comparativ cu un os lung, este dată de **lipsa aranjamentului celular ordonat**, liniar, în plan vertical/longitudinal, în coloane, care are ca scop creşterea unidirecţională – valabilă pentru oasele lungi. La acest nivel, modalitatea diferită de dispunere a celulelor cartilaginoase permite proliferarea în orice direcţie şi, respectiv, o **creştere multidirecţională**, capabilă de a realiza cea mai favorabilă localizare anatomică a mandibulei. Cartilagiul de creştere poate persista până în jurul vârstei de 20 de ani.

Pentru **eminenţa articulară**, există, de asemenea, un **cartilagiu de creştere** care apare înainte de edificarea eminenţei sub forma unei benzi subţiri, localizate de-a lungul viitoarei pante. Procesul evolutiv corespunde cu evenimentele descrise mai sus, pentru modelul de creştere condilian. Durata de viaţă a acestui cartilagiu este mult mai scurtă.

Cartilagiile de creştere îşi încetează la un moment dat activitatea proliferativă, astfel încât, datorită celulelor şi matricei extracelulare, zona imediat adiacentă se transformă în **fibrocartilagiu**. Pentru fibrocartilagiul mandibulei există un oarecare grad de mineralizare, care uneori este mai mare decât al osului mineralizat. **Celulele progenitor** din stratul proliferativ adiacent stratului fibros (care va fi descris ulterior), aflate în repaus funcţional, îşi pot relua activitatea în cazul în care apar modificări funcţionale (fiziologice sau induse ortodontic) care necesită remodelare. Această remodelare se corelează cu modificările dimensiunilor verticale ale feţei (remodelarea progresivă creşte aceste dimensiuni, remodelarea regresivă le scade, iar remodelarea periferică depune os la marginile articulaţiei, conducând frecvent la instalarea artritei) şi cu modificările datorate atriţiei sau pierderii dinţilor. Deşi fibrocartilagiul tapetează structurile osoase, el nu are implicare activă în funcţionalitatea articulaţiei.

Suprajacent fibrocartilagiului, la nivelul condililor şi a eminenţei articulare temporale, există un **strat fibros**. Faptul că suprafaţa osoasă articulară este acoperită la periferie de un strat fibros şi nu de un ţesut cartilaginos este

Scanned with OKEN Scanner

justificat de modelul de dezvoltare al mandibulei (direct dintr-un centru de osificare intramembranar, şi nu prin osificare de cartilagiu).

Acest **strat fibros** este format dintr-o **zonă extinsă,** densă, de colagen tip I, aproape complet lipsită de vascularizaţie, în care există fibroblaste dispersate. În ME, acest strat apare delimitat de o membrană electrondensă, numită lamina splendens. Stratul fibros este aşezat deasupra zonei proliferative de celule (menţionat anterior). Informaţiile privind implicarea acestei zone proliferative în reînnoirea stratului fibros sunt incerte, cel mai probabil aceasta se face prin propriile resurse fibroblastice, astfel încât structura este considerată ca autoreproductibilă. Uneori totuşi, la persoanele în vârstă, stratul fibros (care apare mult mai îngroşat) poate conţine şi câteva condrocite.

În mod particular, la nivelul **fosei glenoide** lipseşte complet fibrocartilagiul, existând numai un strat fibros subţire, cu rol de tapetare similar periostului.

3.2. CAPSULA, DISCUL ŞI LIGAMENTELE

2.2.1. Capsula şi discul

Articulaţia temporomandibulară este delimitată de o **capsulă fibroasă,** în fapt o **membrană de colagen** extrem de dens organizat. Capsula se ataşează **superoanterior** de eminenţa articulară a temporalului (printr-o zonă de contact cu periostul versantului anterior al eminenţei), **superolateral** de fosa glenoidă, **superoposterior** de osul temporal – la fisura scuamotimpanică şi **inferior** de gâtul condilului. **Superior** capsula este **laxă,** iar **inferior** este **strâns ancorată** de periostul condilului.

Capsula conferă articulaţiei temporomandibulare **stabilitate pasivă** (la menţinerea căreia contribuie şi densificări localizate în anumite zone, care formează ligamente) precum şi **stabilitate activă** (prin existenţa terminaţiilor nervoase proprioceptive).

Din punct de vedere morfologic, capsula este formată din **ţesut conjunctiv fibros;** în partea sa superioară (unica zonă) există şi **fibre elastice.**

Discul articulaţiei temporomandibulare rezultă de fapt din **extensia** în plan intern, pe o zonă circumferenţială, a **capsulei.** Astfel, dacă se consideră invers, conform unor opinii mai puţin recente, că discul se divide anterior şi posterior în două lamele, aceste lamele nu apar în interiorul capsulei, ci constituie de fapt pereţii superiori şi inferiori ai capsulei.

Discul separă în interiorul articulaţiei **două compartimente: superior** şi **inferior,** care conţin un **ţesut conjunctiv lax,** foarte bine vascularizat.

Forma discului este indusă de suprafeţele articulare. Superior, el prezintă îngroşări marcate anterior şi posterior, care delimitează o zonă centrală mai subţire, ce realizează o concavitate. Zona anterioară este situată anterior condilului, zona centrală separă versantul anterior al condilului de versantul eminenţei articulare, iar zona posterioară este situată între condil şi planşeul fosei glenoide. Inferior, întreaga structură formează o concavitate care

Scanned with OKEN Scanner

corespunde conturului convex al condilului. Astfel, discul se implică direct în crearea suprafeţei articulare pentru capul condilului şi, datorită mediului alunecos din compartimentele articulare, se deplasează odată cu condilul, capsula fiind strâns ancorată inferior de condil. Mişcările relativ scurte, realizate pasiv de disc sunt determinate de forma sa şi de modificarea relaţiilor interosoase existente în articulaţie.

Discul este format, ca şi capsula, din **fascicule de colagen tip I** organizate în general **lax**, cu dispoziţie aleatorie. Cu toate acestea, în zona centrală dispoziţia fasciculelor de fibre de colagen este mult mai ordonată, formând o zonă mai organizată. Este bine vascularizat şi inervat la periferie, dar avascular şi neinervat central.

Consideraţii clinice

Anchiloza articulaţiei temporomandibulare este datorată unor leziuni traumatice sau a unor infecţii, în articulaţie sau în corelaţie cu aceasta. Localizarea procesului poate fi intra-articulară sau extra-articulară. Intra-articular, se semnalează distrugerea progresivă a discului, aplatizarea fosei pterioide, îngroşarea condilului şi micşorarea capsulei, articulaţia devenind nefuncţională; în acest caz, anchiloza este de obicei de tip fibros, dar se poate mineraliza complet. Extra-articular, anchiloza dezvoltată postinfecţii se caracterizează prin apariţia unei mase osoase sau fibroase în exteriorul articulaţiei, care acţionează ca un blocant.

Lezarea discului articular poate fi indusă de instalarea unui proces inflamator sau, cel mai frecvent, de malocluzie rezultată prin modalităţi anormale de mişcare mandibulară în masticaţie. În aceste condiţii, capsula este suprasolicitată, împiedicând o mişcare corespunzătoare a condilului care determină, consecutiv, pierderea adaptării discului la condil şi degenerarea discului.

Artrita reprezintă un proces inflamator la nivelul articulaţiei, de obicei instalat prin extensia din vecinătate (de la nivelul dinţilor, a glandei parotide sau a urechii). Modificările din cartilagiul articular constau în pierderea elasticităţii şi erodare de suprafaţă cu distrugerea condrocitelor, asociate cu fisuri verticale care se pot extinde în os. Discul poate prezenta crăpături, fisuri, uneori se poate mineraliza complet, alteori se poate necroza în întregime.

Cu vârsta, apar modificări la nivelul discului, care devine mai subţire, prezintă hialinizare, arii restrânse acelulare fisurate şi pot să apară celule condroide (această modificare fiind similară cu cea din stratul fibros al condilului); elementele nervoase diminuează în zona periferică. Aspecte similare se înregistrează la nivelul capsulei. Ansamblul acestor modificări determină scăderea extensibilităţii discului şi a capsulei şi, consecutiv, reducerea capacităţii de mişcare. Instalarea transformărilor condroide la acest nivel (alături de cele din ţesutul conjunctiv al eminenţei articulare şi condilului) influenţează gradul de elasticitate necesar masticaţiei.

2.2.2. Ligamentele

În zonele laterale ale articulaţiei, capsula se îngroaşă, formând **ligamentul temporomandibular**, în formă de evantai, cu direcţie oblică posterior şi inferior, între partea laterală a eminenţei articulare şi partea posterioară a gâtului condilar.

Ligamentul prezintă **două segmente** distincte: un **segment oblic extern**, de pe partea externă a eminenţei articulare la suprafaţa externă a gâtului

Scanned with OKEN Scanner

condilului; un **segment orizontal intern**, de pe partea externă a eminenţei articulare, pe polul lateral al capului condilar (fig. 8.3.).

Fig. 8.3. Elemente morfologice în structura ligamentului temporomandibular – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Rolul acestui ligament este de a limita posibilităţile de deplasare a oaselor implicate în articulaţie, fără o lezare tisulară. El restricţionează dizlocarea mandibulei în trei planuri diferite: lateral/median (articulaţia fiind bilaterală, o dizlocare laterală a unei părţi implică dizlocarea mediană a celeilalte), inferior (prin componenta oblică) şi posterior (prin componenta orizontală). Astfel, singura dizlocare posibilă poate avea loc anterior, situaţie în care capul condilului este împins în faţa eminenţei articulare, şi nu poate fi repoziţionat voluntar.

Consideraţii clinice

Dizlocarea maxilarului poate să apară după o fractură condilară sau, mai frecvent, în supraîntinderea pterigoidianului lateral, de obicei la punctul de ataşament la nivelul capsulei. Este caracterizată de fixarea şi imobilizarea bruscă a maxilarului, când gura este deschisă şi este însoţită de contracţii spastice prelungite ale temporalului, pterigoidianului medial şi maseterului, cu protruzie asociată.

Mai există două ligamente **adiţionale**, fără un rol funcţional semnificativ: **ligamentul sfenomandibular** şi **ligamentul stilomandibular. Ligamentul sfenomandibular** (pericondrul rezidual al cartilagiului Meckel) merge de la lingula mandibulei către spina sfenoidului, protejând orificiul de deschidere al canalului alveolar inferior. **Ligamentul stilomandibular** (marginea liberă a fasciei cervicale profunde) este orientat de la spina sfenoidului la unghiul mandibulei.

2.3. MEMBRANA SINOVIALĂ

Membrana sinovială este o structură care tapetează interiorul capsulei articulare (în regiunile nonarticulare) şi discul, în zona sa posterioară.

Membrana sinovială este formată din **două straturi**: un **strat intern**, spre compartimentele cavităţii articulare, şi un **strat extern**, în raport cu capsula sau discul.

Stratul intern, numit şi **intimă**, conţine 1-4 straturi de **celule sinoviale** nejoncţionate şi nepoziţionate pe o membrană bazală (deci fără caracterele unui epiteliu), incluse într-o matrice intercelulară amorfă. Celulele sunt de două tipuri, **tip A** (predominant) şi **tip B** (minoritar). **Tipul A** este o celulă clară cu caracteristici de macrofag, prezentând expansiuni (filopode) şi invaginaţii ale

Scanned with OKEN Scanner

membranei celulare; în ME se evidenţiază mitocondrii numeroase, lizozomi, vezicule de pinocitoză, aparat Golgi proeminent, RER modest reprezentat. Funcţia principală este de fagocitoză, eliminând detritusurile din spaţiul articulaţiei. **Tipul B** este o celulă întunecată, fibroblast-like, ME relevând un echipament în organite celulare specializate pentru sinteză – în special RER abundent. Funcţia principală este de sinteză a acidului hialuronic, component al fluidului sinovial.

Stratul extern (subintima) este în esenţă un **ţesut conjunctiv lax**, cu o matrice amorfă (în ME electrondensă) în care sunt prezente fibroblaste dispersate, puţine macrofage şi mastocite. La acest nivel, există şi o componentă fibrilară de **tip elastic** care menţine destinsă membrana, împiedicând plisarea. Este foarte bine vascularizat printr-o reţea extinsă de capilare (de tip continuu, fenestrat şi discontinuu). Elementele vasculare pot avea o dispoziţie adiacentă celulelor sinoviale.

Membrana sinovială prezintă **pliuri** sau **expansiuni** care proemină în compartimentele cavităţii articulare. Unele pliuri au un miez de ţesut conjunctiv peste care sunt dispuse celule sinoviale, altele pot conţine şi adipocite, iar altele sunt exclusiv celulare (celule sinoviale aşezate în grupuri compacte) şi avasculare. Uneori, stratul extern celular poate lipsi complet, iar ţesutul conjunctiv vine în contact direct cu spaţiul articular.

Fluidul sinovial produs de celulele sinoviale are o compoziţie asemănătoare plasmei, având însă proteine şi mucine. Conţine acid hialuronic, iar uneori pot fi prezente celule de tip monocit, limfocit, celule sinoviale şi, foarte rar, polimorfonucleate. Are propietăţi de vâscozitate, elasticitate şi plasticitate, realizând un mediu lichid care "scaldă" suprafeţele articulare şi le lubrefiază, pentru a reduce mişcările erozive şi a creşte eficienţa. Rolul nutritiv pentru elementele articulare este discutabil.

La persoanele în vârstă, pliurile sinoviale se fibrozează şi se dezvoltă o membrană bazală groasă, între celulele sinoviale de tapetare şi ţesutul conjunctiv subjacent. Pereţii vaselor sanguine se îngroaşă. Aceste modificări determină scăderea producţiei de lichid sinovial, consecutiv diminuându-se lubrefiarea celor două compartimente ale cavităţii articulare.

3. MUSCULATURA ASOCIATĂ ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE

3.1. PARTICULARITĂŢI ALE CELULEI MUSCULARE SCHELETICE

3.1.1 Elemente morfofuncţionale

Celulele musculare striate au formă cilindrică (cu capetele uşor rotunjite în secţiune longitudinală şi poligonală/rotunjită în secţiune transversală), cu diametrul de 10-100 μm. Au o citoplasmă acidofilă şi sunt multinucleate: 20-40 nuclei/cm lungime, situaţi periferic, alungiţi, heterocromatici. Celulele

Scanned with OKEN Scanner

conţin mioglobină, o proteină asemănătoare hemoglobinei, cu rol în transportul oxigenului.

Celulele musculare striate se formează prin fuziunea a numeroase mioblaste uninucleate, în timpul dezvoltării embrionare. Miofibrilele (elemente caracteristice, descrise ulterior) dispersează nucleii şi organitele celulare la periferia celulei.

Fiecare celulă este tapetată de o pătură conjunctivă subţire – **endomisium**, care o delimitează, dar şi o leagă la celulele învecinate.

Caracteristica principală a celulei musculare striate constă în aspectul de **dublă striaţie** al citoplasmei, conferit de prezenţa **miofibrilelor** structurale, elemente implicate în realizarea contracţiei (**proteine contractile**). Miofibrilele se dispun în şiruri longitudinale, extinse pe întreaga lungime a celulei şi aliniate unele faţă de altele într-un model precis ordonat. Astfel, aranjamentul paralel ordonat conferă striaţia longitudinală, iar alternanţa de benzi clare de pe fiecare miofibrilă – striaţia transversală. Miofibrilele sunt formate din **miofilamente**, în care constituentele principale sunt **actina** şi **miozina**. Actina este principalul component al **filamentelor subţiri**, iar miozina – al **filamentelor groase**.

Actina se prezintă sub forma unei **proteine globulare** cu greutate moleculară 42 kDa, numită **actina G** (5,5 nm în diametru,) care poate polimeriza formând filamente de **actină F** (două lanţuri de subunităţi de actină G într-o spirală laxă cu o periodicitate de 36 nm). Filamentele subţiri din ţesutul muscular sunt rezultatul asocierii actinei F cu **tropomiozina, troponina** şi **α-actinina**. **Tropomiozina** se compune din două α helixuri (40 nm în lungime) puse cap la cap, care aderă la helixul de actină, acoperind situsul de legare al miozinei din filamentul subţire (când nivelul calciului intracelular este scăzut); fiecare moleculă de tropomiozină are ataşat la un capăt un complex de troponină, care acoperă 7 subunităţi de actină G. **Troponina** este un complex de trei subunităţi globulare (troponina T cu un situs de legătură pentru miozină, troponina C cu un situs de legare pentru ionii de calciu şi troponina I cu un situs de inhibiţie a interacţiunii actină-miozină), situată în mod regulat de-a lungul filamentului subţire. O proteină în formă de bastonaş, **α-actinina**, se leagă la capetele filamentelor subţiri, fiind prezentă în locul de inserţie a acestora la liniile Z ale sarcomerelor şi participând astfel la ataşarea miofilamentelor la membrana plasmatică.

Miozina este o proteină cu greutatea moleculară 470 kDa, care a fost divizată în urma clivajului proteolitic în fragmente de **meromiozină uşoară** (coada lungă a moleculei) şi **meromiozină grea** (capul moleculei). **Meromiozina grea** prezintă fragmentul S1 care se proiectează radial din axa agregatelor de miozină, formând punţi de legătură între filamentele groase şi cele subţiri şi fragmentul S2. Când nivelul calciului intracelular este crescut, calciul se leagă la troponina C determinând o modificare conformaţională a tropomiozinei care va expune situsul S1 de legătură, permiţând astfel interacţiunea actină-miozină.

Modalitatea de dispunere a actinei şi miozinei (alături de alte filamente intermediare) în filamente subţiri şi, respectiv, filamente groase determină

Scanned with OKEN Scanner

structurarea benzilor clare şi benzilor întunecate şi organizarea **sarcomerului – unitatea morfofuncţională a contracţiei.**

Banda I, clară, izotropă în lumină polarizată, conţine doar filamente subţiri; fiecare bandă I este împărţită la mijloc de o linie întunecată – **linia Z,** (bogată în α-actinină). Filamentele subţiri se inseră la nivelul liniilor Z şi se proiectează spre centrul sarcomerelor. **Banda A,** întunecată, anizotropă în lumină polarizată, reprezintă lungimea unui filament gros; ea prezintă pe mijloc o **bandă clară H,** care la rândul ei este bisectată de o altă linie întunecată, **linia M** (centrul sarcomerului); la acest nivel filamentele groase au o conectare radială unele cu altele; filamentele groase pot trece unele peste altele pe toată lungimea benzii A cu excepţia benzii H.

Sarcomerul este delimitat de două benzi Z, fiind format dintr-o bandă A întreagă şi câte o jumătate de bandă I, de o parte şi de alta a benzii A.

Stabilitatea filamentelor de actină şi miozină este asigurată şi prin prezenţa **filamentelor intermediare:**

- **desmina** şi **vimentina** asigură la nivelul liniei Z independenţa miofibrilelor situate de o parte şi de alta a acesteia;
- **miomezina** leagă încrucişat filamentele groase, la nivelul liniei M;
- **titina,** proteină mare, lineară, elastică, poziţionează filamentele groase în sarcomer, extinzându-se de la jumătatea unui filament gros la linia Z adiacentă şi ancorând astfel filamentul între cele două linii Z ale fiecărui sarcomer;
- **nebulina,** proteină lungă, neelastică se dispune în asociere cu încă o moleculă identică în jurul fiecărui filament subţire, ancorându-l de linia Z, menţinând aranjamentul specific.

O altă trăsătură particulară a celulei, evidenţiabilă în ME, este organizarea **tubilor T** şi a **reticulului sarcoplasmatic. Tubii T** sunt extinderi ale plasmalemei care penetrează în interiorul fibrei musculare cu direcţie perpendiculară pe plasmalemă, realizând un **sistem tubular transvers – sistem T.** Ei sunt localizaţi la nivelul corespunzător joncţiunii dintre banda A şi banda I. Fiecare tub T este flancat de o parte şi de alta de specializări ale reticolului sarcoplasmatic care formează **sistemul longitudinal (sistemul L),** specializări numite **"cisterne terminale".** Din asocierea unui tub T şi a cisternelor terminale corespunzătoare rezultă **"triadele",** implicate direct în mecanismul contracţiei. Contracţia musculară depinde de disponibilitatea ionilor de calciu, transferaţi în şi din reticulul sarcoplasmatic.

De asemenea, în citoplasma celulei musculare striate sunt organizate **caveole,** structuri citomembranare rotunde sau ovalare, cu diametrul de 100 nm, localizate sub sarcolemă, delimitate de o membrană trilaminată, care se continuă cu sarcolema pe de o parte şi cu tubii T pe de altă parte. Citoplasma celulară mai conţine organite comune (aparat Golgi, mitocondrii numeroase, incluzii de glicogen), incluzii lipidice, incluzii de lipofuscină.

În funcţie de cantitatea de mioglobină, numărul de mitocondrii, concentraţia diferitelor enzime şi rata de contracţie, fibrele musculare pot fi clasificate în **fibre roşii, albe** sau **intermediare.**

Scanned with OKEN Scanner

Fibrele roşii (tip I) sunt mai înguste, miofibrilele sunt slab definite iar cantitatea de miozină este scăzută. Ele conţin multă mioglobină, multe mitocondrii, multe enzime înalt oxidative dar puţină ATP-ază (fapt ce indică un metabolism aerob bine dezvoltat). Se contractă lent, dar susţinut, şi sunt rezistente la oboseală.

Fibrele albe (tip II) au reticol sarcoplasmatic extensiv, miozină rapidă, un conţinut scăzut în mioglobină, în mitocondrii şi în enzime oxidative (care susţin un metabolism anaerob), dar sunt bogate în ATP-ază şi fosforilaze. Se contractă rapid dar obosesc uşor. Imunohistochimic, au fost identificate **trei subtipuri** de fibre tip II: IIA, IIB şi IIC. Fibrele IIA şi IIB conţin exclusiv miozină rapidă, dar tipul IIA este totuşi mai rezistent la oboseală. Fibrele IIC conţin predominant miozină rapidă dar există şi miozină lentă.

Fibrele intermediare conţin predominant miozină lentă, alături de o cantitate redusă de miozină rapidă.

Muşchii scheletici conţin un amestec de fibre rapide şi lente în proporţii variate, corelate cu funcţia. Inervaţia are un rol determinant în organizarea tipului de fibră.

3.1.2. Elemente de inervaţie

Fiecare muşchi scheletic primeşte cel puţin **două tipuri** de fibre nervoase – **fibre motorii** şi **fibre senzoriale**. Fibrele nervoase motorii acţionează în producerea contracţiei, în timp ce fibrele nervoase senzoriale au rol în organizarea fusului muscular. Suplimentar, fibre nervoase autonome asigură inervaţia elementelor vasculare ale muşchiului.

3.1.2.1. Placa motorie terminală

Specificitatea inervaţiei motorii este în funcţie de muşchiul inervat. Un singur nerv poate inerva o singură fibră musculară sau, prin ramificaţiile sale, poate controla până la 160 de fibre musculare. Fiecare neuron motor şi fibrele musculare inervate (toate de acelaşi tip) formează o unitate motorie. Fibrele musculare din unitatea motorie se contractă simultan, urmând legea "totul sau nimic" a contracţiei musculare. **Inervaţia** se realizează prin intermediul unei structuri denumite **placă motorie terminală**.

Fibrele nervoase motorii sunt axoni mielinici ai neuronilor motori α care ajung în ţesutul conjunctiv lax, adiacent muşchiului. Axonul se ramifică, pierzându-şi în final teaca de mielină, dar păstrând celulele Schwann. Terminaţia fiecărei ramificaţii se dilată şi se dispune deasupra plăcii motorii terminale a fiecărei fibre musculare.

Fiecare dintre aceste joncţiuni muşchi-nerv, denumită şi **joncţiune mioneurală**, este compusă dintr-un **axon terminal**, **fanta sinaptică** şi **membrana plasmatică a celulei musculare**. Membrana plasmatică a celulei musculare (**membrană postsinaptică**) este modificată, formând **fanta sinaptică primară** – o structură ca o depresiune, ocupată de terminaţia

Scanned with OKEN Scanner

axonală. În fantele sinaptice primare se deschid numeroase **fante sinaptice secundare** (pliuri joncţionale), care reprezintă o altă modificare a membranei plasmatice a celulei musculare. Fantele sinaptice primare şi secundare sunt tapetate de o **lamină externă**, asemănătoare cu membrana bazală. Membrana plasmatică adiacentă fantelor sinaptice secundare este bogată în nuclei, glicogen, ribozomi şi mitocondrii. Terminaţia axonului, acoperită de celule Schwann, conţine mitocondrii, REN şi numeroase vezicule sinaptice (până la 300.000), cu dimensiuni de 40-50 nm, pline cu neurotransmiţător de tip acetilcolină.

Funcţia joncţiunii mioneurale este de a transmite un stimul din fibra nervoasă în celula musculară. Transmiterea stimulului prin fanta sinaptică implică următoarea **secvenţă de evenimente**:

- depolarizarea membranei terminaţiei axonale, cu deschiderea canalelor de calciu de înalt voltaj;
- influx de calciu în terminaţia axonului, care determină fuziunea vezicolelor sinaptice cu membrana terminaţiei axonale (membrană presinaptică), în anumite teritorii, denumite situsuri active;
- eliberarea consecutivă de acetilcolină (în cantităţi mari – 10-20.000 molecule), alături de proteoglicani şi ATP, în fanta sinaptică primară;
- difuziunea acetilcolinei în fantă şi cuplarea acesteia cu receptorii postsinaptici specifici (canale ionice cu poartă dependentă de ligant, care se deschid ca urmare a legării acetilcolinei), de pe membrana plasmatică a celulei musculare;
- depolarizarea membranei plasmatice a celulei musculare, datorată influxului de ioni şi generarea unui potenţial de acţiune;
- diseminarea rapidă a impulsului generat prin fibra musculară, prin sistemul tubular T, ceea ce iniţiază contracţia musculară.

Pentru a preveni ca un singur stimul să determine răspunsuri multiple, acetilcolinesteraza, o enzimă localizată în lamina care tapetează fantele sinaptice primare şi secundare, degradează acetilcolina în acetat şi colină, permiţând astfel restabilirea potenţialului de repaus.

Degradarea este atât de rapidă, încât toată acetilcolina eliberată este clivată în câteva sute de milisecunde. Colina este transportată înapoi în terminaţia axonului de o proteină de simport colină-sodiu, cu activitate dependentă de gradientul de concentraţie a sodiului. În interiorul terminaţiei axonale acetilcolina este sintetizată din acetat activat (produs în mitocondrii) şi colina reciclată, reacţia fiind catalizată de acetilcolintransferază. Acetilcolina nou formată este transportată printr-un sistem antiport, dependent de gradientul de concentraţie protonică, în veziculele sinaptice în formare. Pe lângă reciclarea colinei, se reciclează şi membrana veziculelor sinaptice, pentru a conserva aria de suprafaţă a membranei presinaptice. Această reciclare a membranei este îndeplinită de formarea de vezicule delimitate de **clatrină**.

În afară de placa motorie, inervaţia fibrelor musculare se realizează şi prin intermediul **fusului neuromuscular** şi a **fusului neurotendinos** (organul musculotendinos Golgi).

Scanned with OKEN Scanner

3.1.2.2. Fusul neuromuscular

Fusul neuromuscular este un **proprioceptor încapsulat** care percepe modificările de lungime, fiind localizat printre celulele musculare. Când mușchiul este întins, el suferă în mod normal o contracție reflexă, cunoscută sub denumirea de reflex de întindere. Acest răspuns protectiv, care împiedică ruptura fibrelor musculare, este inițiat de fusul neuromuscular.

Fiecare fus neuromuscular (5 mm lungime, 0,2 mm diametru) este compus din 2-10 celule musculare modificate, elongate, înguste, foarte mici, numite **fibre intrafusale**, înconjurate de spațiul periaxial care conține fluid, și peste care se organizează o capsulă. Elementele de țesut conjunctiv ale capsulei se continuă cu fibrele de colagen ale perimisiumului și endomisiumului. Fibrele intrafusale sunt de două tipuri: **fibre cu nuclei "în coșuleț"** și **fibre cu nuclei "în lanț"**. Nucleii ambelor tipuri de fibre sunt poziționați în centrul celulei, iar miofibrilele sunt localizate de ambele părți ale regiunii nucleare, limitând contracția la polii acestor celule. Nucleii dispuși "în coșuleț" sunt aglomerați, iar nucleii "în lanț" sunt orientați pe un singur șir.

Fibrele musculare care înconjoară fusul neuromuscular sunt fibre de tip comun și se numesc **fibre extrafusale.**

Fibre nervoase senzoriale mari formează **terminații nervoase primare** sau **"în spirală"** (tip Ia, cu adaptare rapidă) care înconjoară spiralat regiunile nucleare ale ambelor tipuri de fibre. De fiecare parte a acestor terminații nervoase spiralate, pentru fibrele cu nuclei "în lanț" apar **terminații nervoase secundare** (tip IIa, cu adaptare lentă) care se înfășoară, de asemenea, în jurul regiunii nucleare. Suplimentar, axoni cu conducere lentă ai neuronilor motori eferenți γ, mici, se termină pe plăcile terminale motorii de pe porțiunile miofibrilare ale fibrelor intrafusale. Fibrele extrafusale sunt inervate de fibre nervoase normale – axoni mari, cu conducere rapidă, ai neuronilor motori eferenți α.

Când un mușchi este întins, terminațiile nervoase primare și secundare se deformează și sunt stimulate, trimițând informații neuronilor motori α care inervează fibrele extrafusale, ceea ce face ca mușchiul să se contracte. Terminațiile nervoase secundare răspund la durata întinderii, în timp ce terminațiile nervoase primare răspund la gradul acesteia. Sensibilitatea fusului muscular este crescută dacă neuronii eferenți γ stimulează regiunile contractile ale fibrelor intrafusale, deoarece aceasta produce o întindere a regiunilor nucleare.

3.1.2.3. Fusul neurotendinos

Fusul neurotendinos (organul musculotendinos Golgi) este localizat la joncțiunea dintre mușchi și tendoanele sau aponevrozele corespondente. Când un mușchi suferă o contracție foarte intensă, tendonul percepe un stress excesiv. Pentru protecția tendonului, fusul neurotendinos realizează un feed-back inhibitor pentru neuronul motor α, rezultând relaxarea mușchiului corespunzător tendonului care se contractă. Funcția este astfel opusă fusului neuromuscular.

Scanned with OKEN Scanner

Fusul neurotendinos este format din **fibre de colagen intrafusale** subţiri, încapsulate, care primesc **terminaţii nervoase** ale **neuronilor senzoriali (tip Ib)**. Acestea se ramifică în interiorul capsulei, dispunându-se printre fibrele de colagen. Terminaţiile nervoase sunt stimulate de întinderea excesivă a fibrelor de colagen intrafusale.

3.2. MUŞCHII MASTICATORI

Muşchii implicaţi direct în masticaţie sunt: **maseterul, pterigoidianul medial (inferior), pterigoidianul lateral (superior)** şi **temporalul**. Adiţional mai intervin **grupul muscular posterocervical** (care stabilizează baza craniului) şi **grupul hioidian** (care stabilizează osul hioid şi permite muşchiului milohioidian şi burţii anterioare a muşchiului digastric să influenţeze poziţia mandibulei).

Interrelaţiile dintre muşchii masticatori şi morfologia dinţilor, în absenţa alimentelor, permit realizarea unor mişcări libere.

3.2.1. Muşchiul maseter

Maseterul este format dintr-o **porţiune superficială** şi una **profundă**, cu origini distincte dar inserţie comună, prin fuzionare la marginea anterioară a muşchiului (fig. 8.4.). **Partea superficială** are o zonă tendinoasă, cu origine în prelungirea zigomatică a maxilarului şi o zonă musculară, care porneşte din marginea inferioară a celor două treimi anterioare ale arcadei zigomatice. Orientarea este oblică, inferoposterior, inserându-se în unghiul şi marginea inferioară a ramului mandibular; această orientare este perpendiculară pe planul ocluzal al dinţilor posteriori. Porţiunea superioară acoperă **porţiunea profundă** a muşchiului. Aceasta din urmă are origine în partea interioară şi din marginea inferioară a treimii posterioare a arcadei zigomatice, cu direcţie aproape verticală în jos, şi se inseră în marginea superioară şi partea laterală a ramului mandibular. Fiecare din cele două porţiuni prezintă funcţional componente anterioare şi posterioare, astfel încât pot fi descrise patru elemente musculare, cu următoarea localizare: anterior profund, posterior profund, anterior superficial şi posterior superficial.

Vascularizaţia este asigurată de artera temporală superficială şi artera maxilară, iar **inervaţia** prin ramul mandibular al nervului trigemen.

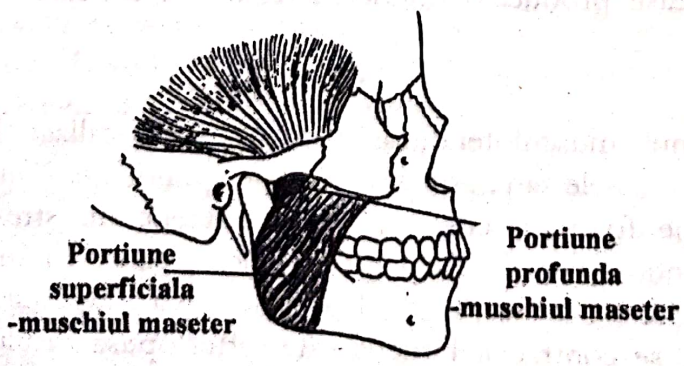


Fig. 8.4. Muşchiul maseter – localizare anatomică – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Scanned with OKEN Scanner

Maseterul este un muşchi foarte puternic, chiar dacă nu atinge forţa temporalului. **Acţiunea principală** este de **ridicare**, dar datorită oblicităţii în plan sagital muşchiul are şi capacitate de **protruzie**. Acţiunea de **lateralitate** se bazează pe porţiunea superficială, orientată oblic de sus în jos şi medial, dar aceasta devine evidentă numai în contracţia unilaterală a muşchiului; când cei doi maseteri se contractă simultan, mandibula este mişcată în sus şi puţin anterior.

3.2.2. Muşchiul pterigoidian medial

Pterigoidianul medial este un muşchi gros, ca şi maseterul (fig. 8.5.). El se inseră pe toată întinderea fosei pterigoide (**miezul muşchiului**), un **fascicul de fibre** având însă origine în tuberozitatea maxilarului. Muşchiul este orientat în jos şi posterior (ca şi maseterul) şi lateral (invers decât maseterul), până pe faţa medială a unghiului mandibulei. **Vascularizaţia** este realizată de artera maxilară, iar **inervaţia** – de nervul mandibular, ram din trigemen.

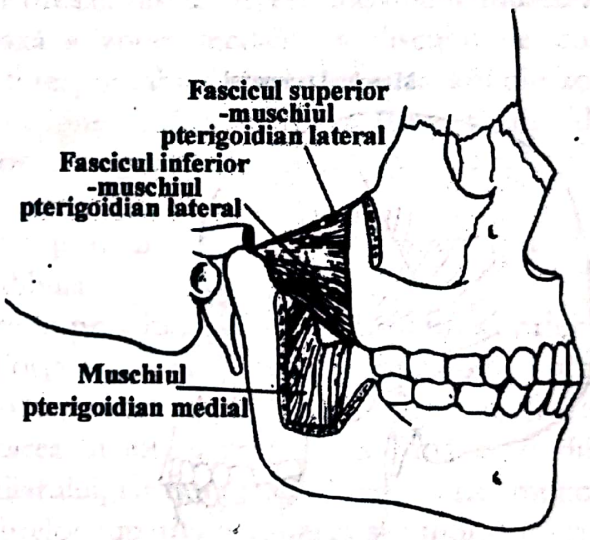


Fig. 8.5. Muşchiul pterigoidian medial şi muşchiul pterigoidian lateral – localizare anatomică – adaptare după (Ten Cate, 1998).

Acţiunea principală a muşchiului este cea de **ridicare**, urmată în mai mică măsură de **protruzie**. Datorită orientării oblice inverse în plan frontal faţă de maseter, dacă se contractă singur deplasează mandibula medial. În cazul contracţiei simultane a tuturor muşchilor ridicători, bilateral, mişcarea de lateralitate, cât şi protruzia şi retruzia se anulează reciproc, rezultând **ridicarea** mandibulei.

- **Maseterul** şi **pterigoidianul medial**, muşchi groşi, multipenaţi (cu tendoane centrale multiple, la care se ataşează fascicule musculare cu direcţie oblică) şi de formă patrulateră, elevatori, realizează un ansamblu cu configuraţie de praştie sau V, care înconjură unghiul mandibulei, cei doi muşchi fiind uniţi printr-o lamă tendinoasă la nivelul unghiului. Fibrele musculare din cei doi muşchi sunt predominant tip I, rezistente la oboseală, în condiţii de forţă scăzută. Totuşi, în părţile posterioare, există şi fibre tip IIB, capabile de contracţie rapidă şi sensibile la oboseală; aceste fibre sunt responsabile de producerea unor forţe importante, cu caracter

Scanned with OKEN Scanner

intermitent, în regiunea molarilor. Fibrele intrafusale ale maseterului au caracteristici enzimatice particulare, sugerând o funcţie specifică.

3.2.3. Muşchiul temporal

Temporalul, cel mai puternic muşchi masticator, are o formă de evantai şi o suprafaţă de origine foarte întinsă, pe întreaga fosă temporală până la linia temporală inferioară şi pe faţa profundă a fasciei temporale, care are rol de aponevroză (fig. 8.6.). De aici fasciculele converg către un tendon care cuprinde din toate părţile procesul coronoidian al mandibulei. Este format din trei fascicule: **anterior**, cu direcţie aproape verticală (trage mandibula în sus); **mijlociu**, cu orientare uşor oblică de sus în jos şi înainte (trage mandibula în sus şi posterior); **posterior**, aproape orizontal (trage mandibula posterior).

Vascularizaţia este realizată de artera maxilară şi artera temporală superficială, iar **inervaţia** – de ramurile temporale profunde ale nervului mandibular.

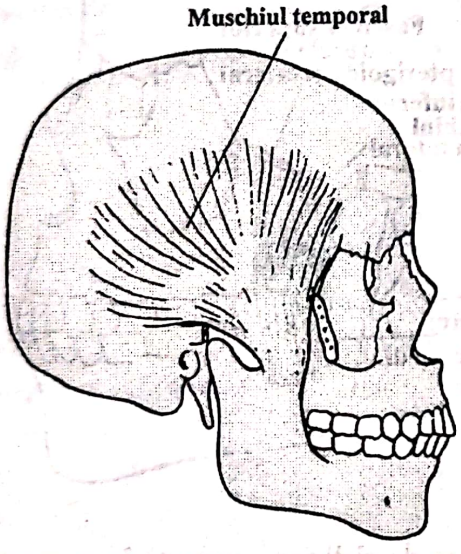


Fig. 8.6. Muşchiul temporal
– localizare anatomică
– adaptare după (Ten Cate, 1998).

Muşchiul temporal asigură **mişcarea** şi **stabilizarea** mandibulei. Funcţional, acţionează ca doi muşchi distincţi: **fasciculul anterior** are caracter **ridicător**, iar **fasciculul posterior** – caracter **retractiv** al mandibulei, deplasând mandibula înapoi şi aducând capul mandibulei în fosa mandibulară atunci când, în prealabil, acesta a fost scos prin contracţia pterigoidianului lateral. Forţa muşchiului creşte cu cât arcadele dentare sunt mai apropiate. Fibrele lui nu sunt contractate la maximum când arcadele dentare au venit în contact, ci se pot contracta în continuare. Din punct de vedere al tipului de fibre, există şi aici mici diferenţe. Porţiunea superficială (bipenată), are 50% fibre tip IIB (responsabile de mişcare accelerată, cuplată cu dezvoltarea de tensiune) iar porţiunea posterioară are predominant fibre tip I şi multe fusuri neuromusculare, indicând adaptarea la o funcţie de postură.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.4. Muşchiul pterigoidian lateral

Pterigoidianul lateral este un muşchi gros şi scurt, situat lateral şi deasupra pterigoidianului medial, mascat de ramul mandibulei (fig. 8.5.). Prezintă două componente, un **fascicul superior** şi un **fascicul inferior.**

Fasciculul superior porneşte din plafonul fosei infratemporale de pe aripa mare a sfenoidului, iar majoritatea fibrelor se inseră în foseta pterigoidiană de pe condil. Conform datelor recente, din literatura de specialitate, se discută despre posibilitatea de inserţie a unor fibre localizate superior în acest fascicul la nivelul discului (pe partea cea mai mediană), la nivelul condilului (prin fuzionarea cu tendonul central al muşchiului) sau direct în foseta pterigoidiană (alături de celelalte fibre). În mod cert, fasciculul superior este extrem de important în menţinerea poziţiei discului articular în starea de repaus. Acţiunea unor fibre musculare din acest fascicul se opune forţelor de retracţie exercitate de fibrele elastice (prezente în partea superioară şi posterioară a capsulei) care ancorează discul. Acest ataşament muscular ar putea compensa ataşarea mai laxă a zonei mediene a discului de condil, comparativ cu cea laterală, sau ar fi responsabil de întărirea ancorării din zonele laterale. **Fasciculul inferior** are origine în faţa laterală a lamei pterigoidiene laterale şi merge posterior, inferior, şi uşor lateral, pentru a se insera în foseta pterigoidiană a condilului.

Vascularizaţia este stabilită prin artera maxilară şi **inervaţia** – prin ramura pterigoidă a nervului mandibular.

Deoarece muşchiul se inseră în principal pe condil, **funcţia** sa principală este de **mişcare a condilului**. Forţa muşchiului este aproape egală cu cea a pterigoidianului medial. Există o activare reciprocă a celor două fascicule, fasciculul inferior realizând mişcarea în jos, înainte şi mediană a condilului, fiind implicat în deschiderea maxilarului, iar fasciculul superior este implicat în închiderea maxilarului, ataşarea fibrelor superioare (directă sau indirectă) la disc menţinând stabilitatea acestuia în mişcarea de închidere. Din punct de vedere al fibrelor, predomină fibrele tip I, ceea ce indică rezistenţă mare, la efort continuu, cu forţe scăzute.

3.2.5. Funcţiile muşchilor masticatori

Muşchii asociaţi articulaţiei temporomandibulare contribuie la realizarea **stabilităţii** articulaţiei, precum şi a **mişcărilor** acesteia: **închidere, deschidere, protruzie, retruzie, lateralitate alternantă** sau, cel mai frecvent, **combinaţii** între acestea.

Conform datelor de anatomie, **mişcările elementare** ale mandibulei se fac prin rotaţie şi translaţie la nivel articular, intervenind şi muşchii masticatori, cu participare inegală. Forţa lor principală este necesară pentru ridicarea mandibulei, pterigoidianul lateral având rol special în mişcarea protruzivă şi de lateralitate.

Sintetizând, **funcţiile musculaturii** pot fi grupate astfel:

Scanned with OKEN Scanner

- **Închiderea maxilarului** în masticaţie se realizează prin acţiunea combinată a maseterului, pterigoidianului medial, fasciculului anterior al temporalului şi fasciculului superior al pterigoidianului lateral (fig. 8.7.). Presiunea masticatorie este cu mult mai mică decât forţa masticatorie potenţială, stabilită teoretic, şi se distribuie asupra suprafeţelor triturante ale dinţilor. Pentru ridicarea mandibulei în afara masticaţiei (în timpul vorbirii, când este necesară o mişcare de precizie) este suficientă acţiunea singulară a temporalului.
- **Deschiderea maxilarului** este efectuată de fasciculul inferior al pterigoidianului lateral, regiunea anterioară a digastricului şi a milohioidului – ultimii aparţinând grupului muscular infrahioidian, accesoriu (fig. 8.7.). În această mişcare, condilul, împreună cu discul articular, sunt scoase din fosa pterigoidă prin contracţia bilaterală a pterigoidienilor laterali şi aşezate sub eminenţa articulară. Este necesară intervenţia musculaturii cefei (grupul muscular postcervical, accesoriu) care fixează craniul şi astfel, tracţiunea asupra muşchilor hioidieni acţionează numai asupra mandibulei, şi nu asupra întregului craniu.

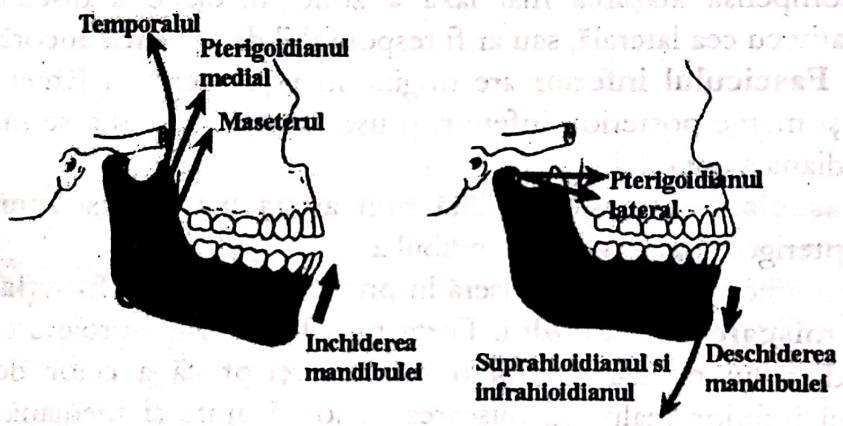


Fig. 8.7. Acţiunile muşchilor masticatori în realizarea mişcărilor de închidere şi deschidere ale mandibulei – adaptare după (Ten Cate, 1998).

- **Protruzia** se realizează în principal prin acţiunea fasciculului inferior al pterigoidianului lateral, intervenind şi muşchii responsabili de închiderea mandibulei.
- **Retruzia** se realizează în principal prin intervenţia fasciculului posterior al temporalului, şi parţial prin acţiunea grupului muscular responsabil de închiderea mandibulei.
- **Mişcarea laterală** se face prin participarea grupului elevator, responsabil de închiderea mandibulei, fasciculului posterior al temporalului (retruzie pe partea pe care acţionează) şi pterigoidianului lateral (protruzie pe partea care nu lucrează). Mişcările se succed alternativ de la stânga la dreapta şi de la dreapta la stânga, realizând triturarea alimentelor. Condilul şi semiarcada activă se rotesc pe loc, iar semiarcada de balans se deplasează prin contracţia pterigoidianului lateral.

Scanned with OKEN Scanner

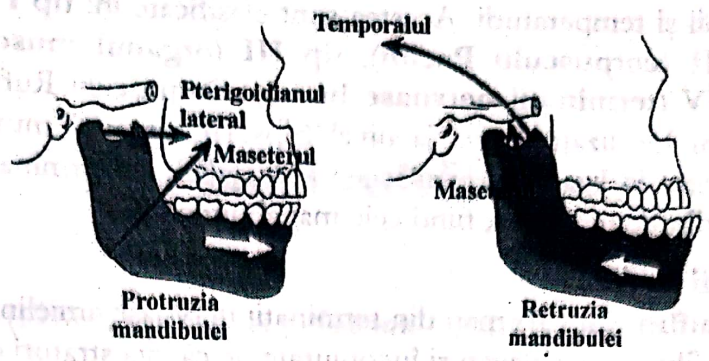


Fig. 8.8. Acţiunile muşchilor masticatori în realizarea mişcărilor de protruzie şi retruzie ale mandibulei – adaptare după (Ten Cate, 1998).

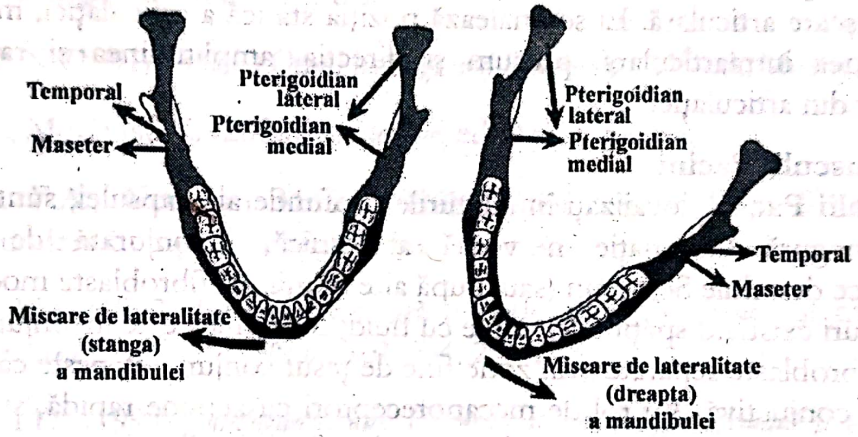


Fig. 8.9. Acţiunile muşchilor masticatori în realizarea mişcărilor de lateralitate ale mandibulei – adaptare după (Ten Cate, 1998).

4. VASCULARIZAŢIA ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE

Vascularizaţia este asigurată de la nivelul **carotidei externe** prin ramurile sale **temporală superficială, auriculară profundă, timpanică anterioară** şi **faringiană ascensionantă.** Acestea pătrund în capsula articulară, se ramifică şi formează artere mici, arteriole şi un **plex capilar.**

Plexul capilar asigură vascularizaţia membranei sinoviale şi ajunge şi la nivelul discului articular, în zona sa periferică externă; zona centrală a discului, mult mai subţire faţă de regiunea anterioară şi posterioară, este complet avasculară.

5. INERVAŢIA ARTICULAŢIEI TEMPOROMANDIBULARE

Inervaţia este asigurată de **nervul trigemen,** prin ramul **mandibular** (ce asigură, conform legii Hilton, şi inervaţia muşchilor masticatori) care se ramifică în **nervul auriculotemporal, nervul temporal profund** şi **nervul maseteric.** Nervii (cu fibre mielinice şi amielinice) penetrează capsula şi ajung la disc, deservind întreaga articulaţie cu excepţia zonei centrale, subţire a discului, care nu este inervată.

Inervaţia articulaţiei temporomandibulare se caracterizează prin prezenţa a patru tipuri de **terminaţii nervoase tip receptor,** care asigură percepţia

Scanned with OKEN Scanner

durerii, presiunii şi temperaturii. Acestea sunt clasificate în: **tip I (corpusculii Ruffini)**, **tip II (corpusculii Pacini)**, **tip III (organul musculotendinos Golgi)** şi **tip IV (terminaţii nervoase libere)**. Corpusculii Ruffini şi Pacini, încapsulaţi, sunt localizaţi numai la nivel capsular, organul musculotendinos Golgi este prezent în ligamentele asociate articulaţiei, iar terminaţiile nervoase libere au o distribuţie mai largă, fiind cele mai abundente.

- **Corpusculii Ruffini**

Corpusculii Ruffini sunt formaţi din terminaţii nervoase amielinice ramificate dispuse printre fibrele de colagen şi înconjurate de câteva straturi de fibroblaste modificate, peste care există o capsulă de ţesut conjunctiv. Capsula este ancorată la cele două capete terminale ale structurii, ceea ce determină o creştere a sensibilităţii la întindere şi presiune. Corpusculii Ruffini, specifici straturilor superficiale ale capsulei, sunt permanent activi, în condiţii de repaus sau de mişcare articulară. Ei semnalează poziţia statică a articulaţiei, modificări în presiunea intraarticulară, precum şi direcţia, amplitudinea şi rapiditatea mişcărilor din articulaţie.

- **Corpusculii Pacini**

Corpusculii Pacini, localizaţi în straturile profunde ale capsulei, sunt formaţi dintr-o singură terminaţie nervoasă amielinică, înconjurată de straturi concentrice de celule Schwann (sau, după alte opinii, de fibroblaste modificate), între straturi existând spaţii mici, pline cu fluid; acest miez este înconjurat de un grup de fibroblaste separate prin zone fine de ţesut conjunctiv, peste care există o capsulă conjuctivă. Au rol de mecanoreceptori cu acţiune rapidă, stimulabili la un prag scăzut; percep presiunea, atingerea şi vibraţia şi semnalează acceleraţia sau încetinirea mişcărilor în articulaţie.

- **Organele musculotendinoase Golgi**

Organele musculotendinoase Golgi au fost descrise anterior, fiind limitate la ligament, distribuite dispersat în straturile superficiale ale ligamentului lateral temporomandibular. Sunt complet inactive în articulaţiile imobile, devenind active când articulaţia este la limita critică a posibilităţilor de deplasare.

- **Terminaţiile nervoase libere**

Terminaţiile nervoase libere apar şi în periferia discului, şi în membrana sinovială, unde ar putea avea funcţie de control al activităţii celulelor sinoviale tip A, macrofag-like. Faţă de receptorii susmenţionaţi, au rol secundar; totuşi se asociază cu nocicepţia.

Senzaţiile de durere şi presiune la nivelul articulaţiei temporomandibulare pot avea următoarele cauze: modificări în ocluzie, care conduc la perturbarea legăturii condil-disc, faţă de legătura disc-fosă, stimulând receptorii nervoşi din zonele periferice ale discului; creşterea cantităţii de fluid sinovial şi inflamarea acestuia, care creează presiune şi influenţează terminaţiile nervoase libere din pliurile membranei sinoviale; tensionarea excesivă a unui muşchi, care produce un răspuns şi la nivelul terminaţiilor nervoase din ţesutul conjunctiv periosteal.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

Anderson E.J. (1978) *Grant`s Atlas of Anatomy*, 7th ed., Williams & Wilkins, Baltimore.

Avery J.K. (1994) *Oral Development and Histology*, 2nd ed., Thieme Medical Publishers, Inc., New York.

Bădescu A., Amălinei C., Căruntu I.D. şi colab. (1998) *Organe şi sisteme – Curs de histologie*, ed. Ankarom, Iaşi.

Bhaskar S.N. (1991) *Orban`s Oral Histology and Embriology*, 11th ed., Mosby, St. Louis.

Burlui V., Moţăraşu C. (2000) *Gnatologie*, ed. Apollonia, Iaşi.

Carranza F.A., Newman M.G. (1996) *Clinical Periodontology*, 8th ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Căruntu I.D. (1997) Instruire asistată de calculator în domeniul morfologic, *Rev.Med.Chir.Soc.Med.Nat.*, 101, 3-4, 205-208.

Căruntu I.D. (1998) *Limfoganglionul. Elemente de morfologie normală şi patologică în limfoamele maligne non-hodgkiniene*, ed. Junimea, Iaşi.

Căruntu I.D. (2000) *Morfogeneza sistemului stomatognat*, ed. Apollonia, Iaşi.

Căruntu I.D. (2000) Histology Teachware for the Web Site of the University of Medicine and Pharmacy "Gr.T. Popa" Iaşi, *Rev.Med.Chir.Soc.Med. Nat.*, 104, 4 (in press).

Căruntu I.D., Cotuţiu C. (1998) *Histologie specială – Ghid pentru lucrări practice*, ed. Apollonia, Iaşi.

Cotran S.R., Kumar V., Collins T. (1999) *Pathologic Basis of Disease*, 6th ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Cotuţiu C. (1984) *Curs de histologie*, Litografia I.M.F., Iaşi.

Cotuţiu C., Dobre S. (1997) *Elemente de imunologie stomatologică*, ed. Apollonia, Iaşi.

Cotuţiu C., Sârghie M. (1980) *Curs de histologie*, Litografia I.M.F., Iaşi.

Crawford W.H. (2000) *Oral Histology Images*, (www.usc.edu/hsc/dental/ohisto/), School of Dentistry, University of Southern California.

Dobrescu G., Gheorghiu T., Bârsu M. (1990) *Histologie*, Litografia I.M.F., Iaşi.

Scanned with OKEN Scanner

Elgert D.K. (1996) *Immunology. Understanding the Immune System*, Wiley-Liss Inc., New York.

Gartner P.L., Hiatt L.J. (1997) *Color Textbook of Histology*, W.B. Saunders Company, Philadelphia.

IBM Higher Education (1997) *Human Histology Images*, (www.ike.engr.washington.edu/software/eduimg/human.html), University of Washington.

Janeway CA, Travers P, *Immunobiology. The Immune System in Health and Disease*, 3rd ed., 1997, Churchill Livingstone, Edinburg.

Johnson E.K. (1991) *Histology and Cell Biology*, 2nd ed., Williams & Wilkins, Baltimore.

Junquiera L.C., Carneiro J., Kelley O.R. (1995) *Basic Histology*, 8th ed., Appleton & Lange, Stamford, Connecticut.

Klatt C.E. (1998) *WebPath*, (www.medlib.med.utah.edu/WebPath/webpath.html), University of Utah, Health Sciences Center.

Lăcătuşu Şt., Andrian S. (1998) *Caria dentară. Probleme ale mineralizării*, ed. Junimea, Iaşi.

LeLoup R., De Vuyst-Van Laere P., Huvelle-Collet B. et al. (1993) *Histologie spéciale*, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur.

Lindhe J. (1983) *Manuel de parodontologie clinique*, Éditions CdP, Paris.

Mârţu S., Mocanu C. (2000) *Parodontologie clinică*, ed. Apollonia, Iaşi.

McGee O`D. J., Isaacson P.G., Wright N.A. (1992) *Oxford Textbook of Pathology*, Oxford University Press, New York.

Niţă M. (1992) *Histologia aparatului dentar*, Litografia U.M.F. Iaşi.

Niţă M. (1997) *Histologie*, ed. BIT, Iaşi.

Niţă M. (1997) *Histologia cavităţii bucale*, vol. I, Litografia U.M.F. Iaşi.

Niţă M. (1997) *Histologia cavităţii bucale*, vol. II, ed. BIT, Iaşi.

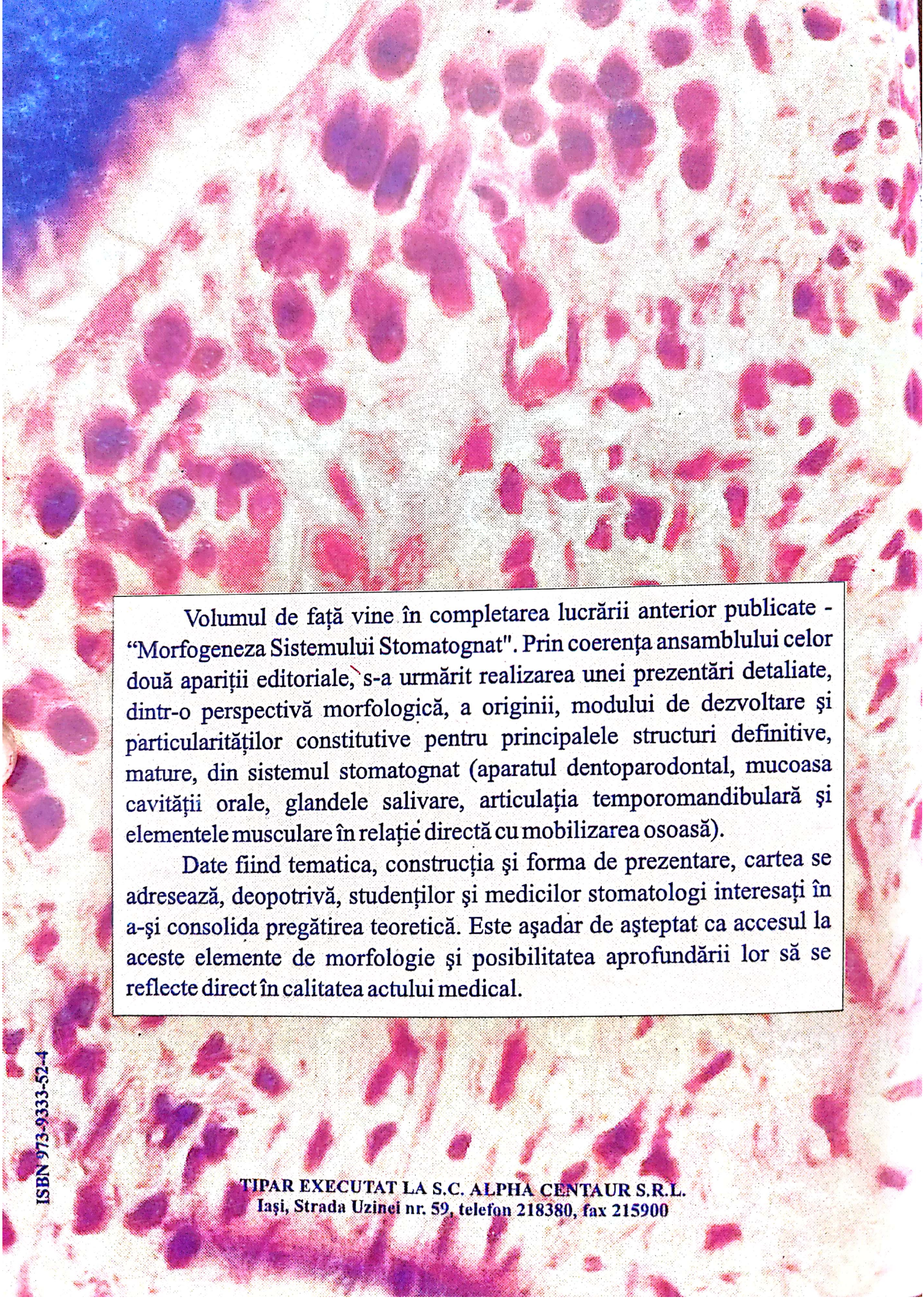
Niţă M. (1997) *Pulpa dentară*, ed. Cermi, Iaşi.

Panaite Şt., Mârţu S., Tatarciuc M. (2000) *Elemente de morfologie clinică a sistemului stomatognat*, ed. Apollonia, Iaşi.

Poirier J., Ribadeau-Dumas J.L., Catala M. et al. (1997) *Histologie moléculaire*, 5-ème éd., Masson, Paris.

Popescu E., Gogălniceanu D. (1998) *Medicină orală*, ed. PsihOmnia, Iaşi.

Scanned with OKEN Scanner



Volumul de față vine în completarea lucrării anterior publicate - "Morfogeneza Sistemului Stomatognat". Prin coerența ansamblului celor două apariții editoriale, s-a urmărit realizarea unei prezentări detaliate, dintr-o perspectivă morfologică, a originii, modului de dezvoltare și particularităților constitutive pentru principalele structuri definitive, mature, din sistemul stomatognat (aparatul dentoparodontal, mucoasa cavității orale, glandele salivare, articulația temporomandibulară și elementele musculare în relație directă cu mobilizarea osoasă).

Date fiind tematica, construcția și forma de prezentare, cartea se adresează, deopotrivă, studenților și medicilor stomatologi interesați în a-și consolida pregătirea teoretică. Este așadar de așteptat ca accesul la aceste elemente de morfologie și posibilitatea aprofundării lor să se reflecte direct în calitatea actului medical.

ISBN 973-9333-52-4

TIPAR EXECUTAT LA S.C. ALPHA CENTAUR S.R.L.
Iași, Strada Uzinei nr. 59, telefon 218380, fax 215900

Scanned with OKEN Scanner